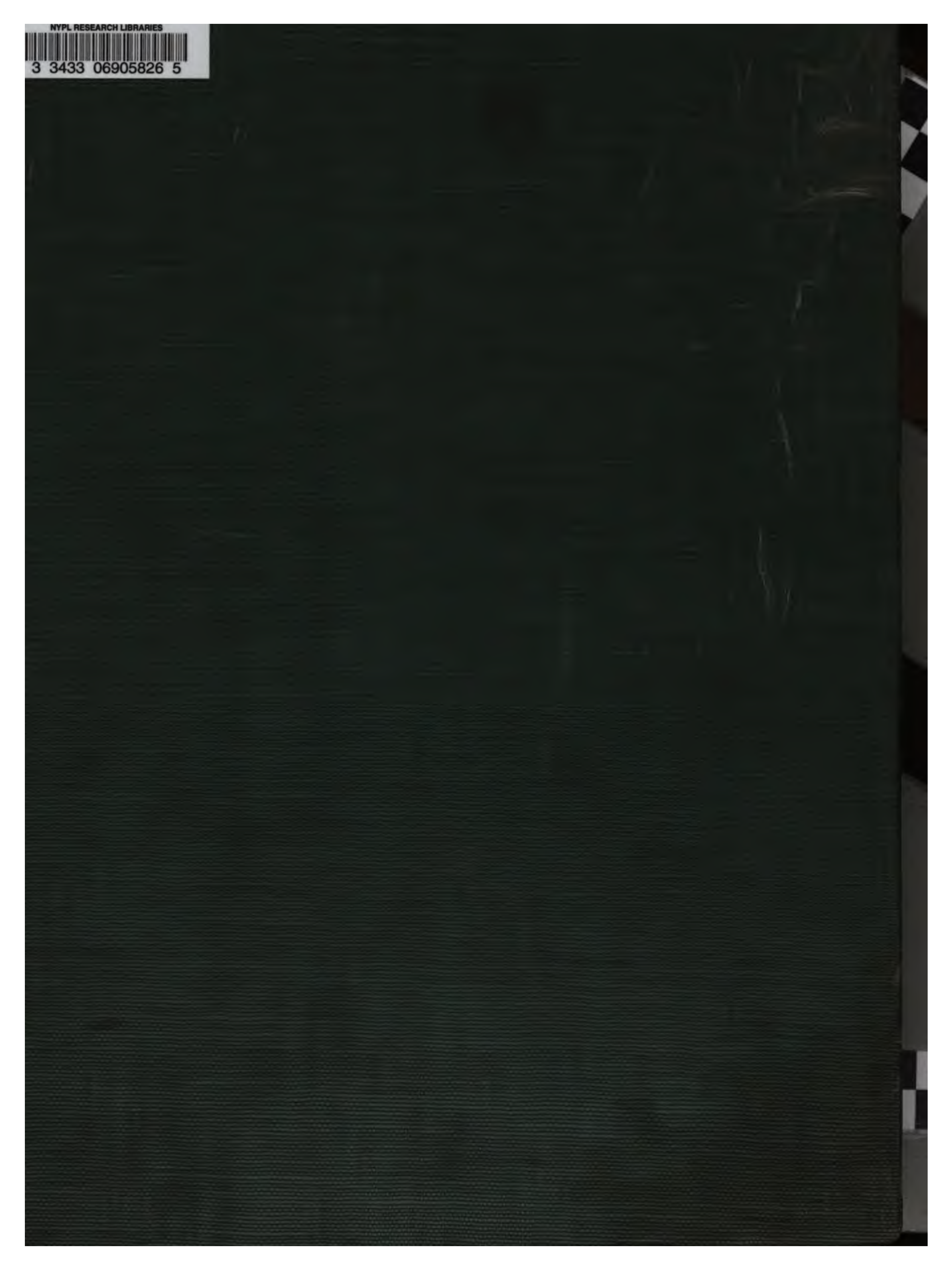


VGA

+

Industri



L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

TOME V

1896

PARIS. — IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

PARAISSANT LE 10 ET LE 25 DE CHAQUE MOIS

FONDATEURS

RÉDACTEUR EN CHEF : E. HOSPITALIER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION : LE CARPENTIER

TOME V

1896

PARIS

A. LAHURE, IMPRIMEUR-ÉDITEUR

9, RUE DE FLEURUS, 9

5e Année. — N° 97. 10 Janvier 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. E. HOSPITALIER. 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

MM. les abonnés dont l'abonnement expirait fin décembre sont priés de bien vouloir adresser à M. LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris, en un mandat-poste, le renouvellement de leur abonnement.

INFORMATIONS

L'électricité en 1895. — L'importance et l'étendue de l'article que notre collaborateur et ami *Guillaume*, dont la récente nomination au grade de chevalier de la Légion d'honneur sera agréable à nos lecteurs comme elle l'est à nous-même, consacre à l'étude des progrès de la science électrique en 1895, nous oblige à différer l'analyse des progrès industriels au prochain numéro.

Statistique des stations centrales de distribution d'énergie électrique. — La *sixième* édition de cette statistique est actuellement en préparation et paraîtra dans notre numéro du 25 janvier. Nous adressons un dernier et pressant appel à nos lecteurs en les priant de vouloir bien nous signaler les modifications survenues en 1895 et dont notre chronique de l'électricité n'aurait pas fait mention.

Distinctions honorifiques. — Par décrets en date du 31 décembre 1895 ont été promus ou nommés dans l'ordre national de la Légion d'honneur :

Au grade d'Officier

Messieurs

D'Arsonval (Arsène), membre de l'Académie des sciences. Chevalier du 12 juillet 1884.

Joubert (Jules-François), inspecteur général de l'instruction publique. (Enseignement secondaire). Chevalier du 14 juillet 1880.

Moissan (Henri), membre de l'Académie des sciences. Chevalier du 29 décembre 1886.

Raoult (François-Marie), correspondant de l'Académie des sciences. Chevalier du 11 octobre 1880.

Worms de Romilly (Paul), ingénieur en chef de 1re classe au corps des Mines. Chevalier du 5 février 1880; 38 ans de service.

Au grade de Chevalier

Messieurs

Blondlot (René-Prosper), correspondant de l'Académie des sciences.

Chappuis (Pierre-Eugène), citoyen suisse, adjoint au Bureau international du mètre. Services rendus à la science : a collaboré aux travaux relatifs à la construction de[illegible] internationaux du mètre et du kilogramme.

Guillaume (Charles-Édouard), citoyen sui[illegible] international du mètre. Services rendu[illegible]

boré aux travaux relatifs à la construction des prototypes internationaux du mètre et du kilogramme.

Les chemins de fer d'intérêt local et les tramways. — Les résultats comparatifs de l'exploitation des chemins de fer français d'intérêt local et des tramways (premier semestre des années 1895 et 1894) ne sont pas mauvais, à en juger par les chiffres que vient de publier le *Journal Officiel*.

Les 2479 km de chemins de fer d'intérêt local, concédés à 19 entreprises, qui jouissent de la garantie de l'État et qui ont coûté aux actionnaires 185 978 253 fr, ont produit 3 779 427 fr, avec 3 831 118 fr de dépenses, d'où un déficit de 51 6911 fr contre 263 784 fr en 1894. Les 3824 km de chemins de fer d'intérêt local, concédés à 61 entreprises et qui ont coûté 456 130 996 fr, ont produit 8 205 341 fr, avec 7 037 611 fr de frais et un excédent de 1 167 730 fr et augmentation de 433 460 fr.

Les 18 tramways pour voyageurs et marchandises avec garantie de l'État, ayant coûté, pour 978 km, 49 874 213 fr, ont produit 1 214 078 fr, laissant un déficit de 86 188 fr en augmentation de 55 130 fr. Les 18 tramways de la même catégorie, sans garantie de l'État et ayant coûté, pour 238 km, 23 547 356 fr, ont produit 1 562 505 fr, avec un excédent de 434 750 fr, en diminution de 66 426 fr. Les 14 tramways pour voyageurs, bagages et messageries, qui ont coûté pour 127 km 19 728 640 fr, ont produit 1 192 467 fr avec un excédent de 141 673 fr, en augmentation de 423 702 fr.

Les 338 km de tramways pour voyageurs dans le département de la Seine ont coûté 73 664 184 fr et produit 12 743 985 fr, avec un excédent de 220 904 fr seulement, en augmentation de 18 194 fr.

Les 26 tramways pour voyageurs seulement, situés dans les autres départements, ont, pour 436 km ayant coûté 67 929 313 fr, produit 8 075 012 fr avec un excédent de 1 627 862, en augmentation de 195 931 fr.

La fabrication des lampes à incandescence en Allemagne. — La Commission nommée par l'Association des Sociétés allemandes d'installations électriques vient de publier un rapport sur la question des lampes à incandescence. Nous extrayons de l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 5 décembre dernier les quelques renseignements qui suivent :

Un grand nombre d'essais de rendement et de durée ont été faits sur des lampes de fabrications diverses et le résultat n'en a pas été bien satisfaisant. Les plaintes des consommateurs au sujet de la mauvaise qualité des lampes, surtout dans ces derniers temps, se sont trouvées tout à fait justifiées. Ces plaintes concernaient surtout le manque de soin dans l'étalonnage, la grande consommation spécifique et la courte durée des lampes. Parmi 70 lampes à incandescence fournies comme lampes de 16 bougies, par 8 constructeurs différents, et ne devant pas consommer plus de 3,25 à 3,50 watts par bougie, les essais ont donné les résultats suivants : la puissance lumineuse s'étendait de 7,82 à 22,85 bougies décimales, et la consommation spécifique de 2,80 à 6,30 watts par bougie. Les lampes des meilleurs fabricants ne répondaient même pas aux constantes indiquées.

Le peu de soin dans l'étalonnage des lampes doit être attribué au bas prix auquel doivent être vendues les lampes ; des marchands sans scrupules ont en effet forcé à un très grand abaissement du prix de vente, en mettant sur le marché un grand nombre de lampes vendues à vil prix.

Le rapport comporte ensuite des propositions pour remédier à cet état de choses et pour amener les fabricants à perfectionner la qualité de leurs lampes.

Tramway électrique de Nice à Cimiez. — En vertu d'un arrêté du préfet des Alpes-Maritimes, la ligne de tramway à traction électrique de Nice à Cimiez a été ouverte à l'exploitation le 24 novembre 1895.

La longueur de cette ligne est de 4 kilomètres environ.

Indépendamment des stations terminus de Nice et de Cimiez (Jardin Zoologique), elle comporte les arrêts du Petit-Lycée, Rond-Point, boulevard Washington, boulevard Prince-de-Galles, et des Arènes.

— *La Compagnie Urbaine d'Eau et d'Électricité*, dans son assemblée extraordinaire du 6 janvier 1896, vient de décider de porter son capital, au lieu de 300 000 à 700 000 fr, et d'émettre en outre 350 000 fr d'obligations 3 pour 100. Elle rachète la Compagnie de Saumur et va construire une nouvelle usine hydraulique d'électricité au Mans. Nous croyons que la Compagnie, qui peut disposer facilement de nouvelles ressources, a l'intention de reprendre successivement un grand nombre d'usines électriques dont elle a reçu des offres.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Alger. — *Traction électrique.* — Nous donnions dernièrement (n° 90, **1895**, p. 599) le résultat de l'enquête sur l'utilité de la substitution de la traction électrique à la traction à vapeur sur la ligne d'Alger à Mustapha. Le Conseil général vient d'approuver le projet, ce qui fait la joie des riverains de la ligne, qu'exaspérait le passage sur le boulevard de ces véritables trains départementaux projetant constamment dans l'air de la fumée et des escarbilles et arrosant la voie d'eau et de cambouis.

Il est incontestable, en effet, que pour la traversée d'une ville l'emploi de voitures automobiles à traction électrique glissant sans secousse, sans fumée et sans bruit sur les rails, donnera un résultat bien supérieur au point de vue confortable et économique à celui qu'on obtenait au moyen de la tonitruante ferraille employée jusqu'ici.

Les villes d'Alger et de Mustapha, associées pour cette œuvre de première utilité, avaient concédé à M. Dalaise, déjà concessionnaire des tramways à chevaux de l'hôpital du Dey à la Colonne-Voirol la même ligne, à la condition d'y installer la traction électrique.

Dans une lettre adressée au Préfet, signée de M. Ed. Caze, président du Conseil d'administration, et de M. Dalaise, administrateur délégué, étaient clairement exposés les avantages que la nouvelle combinaison offre aux populations :

Par la nouvelle combinaison, le minimum du service proposé sera considérablement augmenté et amené à :

Pour Saint-Eugène-Alger	107 trains.
— Alger-Belcourt	179 —
— Alger Ruisseau	44 —
— Saint-Eugène-Hussein-Dey.	46 —
— Hussein-Dey-Maison-Carrée.	27 —

Soit en tout 403 trains pouvant transporter plus de 30 000 voyageurs par jour — au lieu de 8 à 9000 voyageurs que l'on peut transporter actuellement.

Ce grand avantage doit, dans l'esprit des auteurs de la lettre, pouvoir se réaliser sans entraîner de nouvelles charges pour le budget du département, tout au contraire augmenter sensiblement sa part actuelle de bénéfices, puisque la part du département est en raison directe de l'augmentation des trains qui seront la cause efficiente d'une augmentation de recette.

Avignon. — *Traction électrique.* — Nous apprenons que la question de l'établissement des tramways électriques à Avi-

gnon vient enfin de recevoir une solution. L'idée première de doter cette ville d'un réseau électrique appartient à M. Ducommun, dont les démêlés avec la Compagnie du gaz sont restés légendaires (n° 21, **1892**, p. 490).

Avignon possède 45 000 habitants dont une partie, franchissant les remparts, s'est portée dans les banlieues de Saint-Lazare, Monteclar, Champ-Fleuri, la Violette, etc. Ces quartiers, vrais jardins de Provence, sont devenus très populeux et des plus agréables. Avignon se prête bien mieux que ses voisines Nîmes et Montpellier, dont la population est cependant plus importante, à la création d'un réseau de tramways électriques. Après avoir étudié la question, M. Ducommun demanda et obtint, dans le cours de l'année 1895, une concession du Conseil municipal, laquelle comportait deux grandes lignes seulement desservant les principaux quartiers précités; mais il ne pouvait en commencer l'exploitation qu'à la fin du traité donnant droit au stationnement des voitures de l'entrepreneur, qui, depuis quelques années, fait ce service à l'aide de la traction animale.

Une nouvelle demande de concession se produisit alors de la part de la Compagnie Faye, de Lyon, qui possède déjà les concessions de Marseille, Angers et autres villes. Cette demande ne comportait plus seulement deux lignes principales, mais bien huit lignes formant un vaste réseau de plus de 20 km de longueur, reliant à la ville, non seulement toute la banlieue, mais encore les villes de Sorgues et de Villeneuve-lès-Avignon.

La Ville proposa alors à M. Ducommun ce nouveau réseau que celui-ci accepta.

C'est en présence de cette acceptation qui enlevait tout espoir de réussite au projet Faye, qu'une entente survint entre les deux demandeurs. M. Ducommun retirait sa demande au profit de M. Faye, lequel acceptait M. Ducommun comme directeur de la Société des tramways électriques d'Avignon.

Le Conseil municipal a voté le projet à l'unanimité moins une voix (celle d'un monsieur qui voulait que le tramway passe devant sa porte); les traités sont signés, le cautionnement déposé et le 1er janvier 1899, au plus tard, le réseau sera en exploitation, exploitation facile et avantageuse, si l'on considère que toutes les lignes sont en palier.

Le futur réseau desservira une population totale de 60 000 âmes environ; le service se fera au moyen de 20 voitures de 40 places; les frais d'installation sont évalués à 3 millions.

Lamastre (Ardèche). — *Éclairage.* — Après Joyeuse, voici Lamarche qui va grossir le nombre des stations centrales de ce département. Une Société financière vient en effet d'adresser à la municipalité de Lamastre un projet d'éclairage électrique pour cette ville. Cette Société ferait exécuter les travaux à ses risques et périls.

Lannemezan (Hautes-Pyrénées). — *Éclairage.* — Le Conseil municipal de Lannemezan vient d'adopter le plan et d'allouer un terrain destiné à la construction d'un réservoir d'eau qui servira à alimenter le soir une usine électrique; l'énergie ainsi produite serait utilisée pour l'éclairage public et privé de la ville.

La Pallice (Charente-Inférieure). — *Éclairage et traction électrique.* — Le Conseil municipal a adopté la proposition du service maritime demandant l'installation de 32 lampes à arc pour l'éclairage du port.

On étudie en outre deux projets de tramways dans le but de relier la Pallice à la Rochelle, l'un à vapeur système Serpollet, l'autre électrique système Siemen, proposé par la Compagnie générale d'électricité.

On espère relier en outre Tasdon et la gare à la ligne en question, de façon à augmenter le trafic le plus possible; la Compagnie d'électricité compte desservir également le mail par la rue Saint-Jean et le marché.

La création d'une usine électrique permettrait de distribuer l'énergie aux particuliers, qui serait utilisée soit pour l'éclairage, soit pour la force motrice, ce qui constitue un avantage sérieux sur le système Serpollet.

Lisieux (Calvados). — *Éclairage.* — Des réclamations fréquentes se produisent contre le système de l'éclairage au gaz adopté par la ville de Lisieux, provenant de ce qu'un certain nombre de petites villes voisines qui ont eu la bonne fortune de ne point traiter avec quelque Compagnie gazière, procèdent dans d'excellentes conditions à l'installation de la lumière électrique.

A Lisieux on s'est préoccupé aussi à différentes reprises de l'éclairage électrique (nos 34, 37, **1893**, p. 34 et 298), car si la ville semble liée avec la Compagnie du gaz par un contrat qui ne doit prendre fin qu'en 1924, ce contrat a prévu le cas de découverte d'un mode d'éclairage autre que le gaz :

« En cas de découverte d'un mode d'éclairage autre que le gaz, l'administration municipale aura le droit de résilier ce traité, mais seulement quinze années après la mise à exécution de l'entreprise concédée au nom de la ville et cinq ans après la mise en pratique du nouveau système à Paris, et l'adjudicataire auquel toute préférence devra être accordée par la nouvelle exploitation ne pourra réclamer d'autre indemnité que le rachat par la ville, à dire d'experts de l'usine.

Or, actuellement, il y a plus de 15 ans que l'entreprise est concédée et plus de 5 ans que le nouveau système est mis en pratique à Paris.

La ville de Lisieux serait donc en droit de résilier son traité avec la Compagnie du gaz, sauf à lui accorder toute préférence pour la nouvelle exploitation.

Afin de faciliter l'entente, le Conseil municipal, obéissant à un sentiment de conciliation dans sa décision du 24 février 1893, émettait l'avis suivant :

« Le Conseil, nettement désireux d'assurer à la ville et à ses habitants les avantages de l'éclairage électrique, autorise M. le maire à entrer en pourparlers, avec la Compagnie concessionnaire de l'éclairage au gaz pour qu'à son exploitation actuelle, elle ajoute l'installation de l'éclairage électrique. »

La Compagnie n'opposa pas un refus systématique à la demande qui lui était faite. Par une circulaire en date du 1er mai 1893, elle informa ses abonnés qu'elle était disposée à étudier l'installation de l'éclairage électrique dans la ville de Lisieux. Elle fit cependant ressortir que soucieuse de ne pas engager à la légère les capitaux de ses actionnaires, il lui était nécessaire de connaître le nombre de lampes qui seraient demandées par le public, et elle fixa un minimum de 4000 en joignant un résumé des conditions auxquelles elle pourrait procéder à leur installation.

Les conditions parurent beaucoup trop onéreuses au public, qui refusa de les adopter; la question en était restée là.

En se plaçant sur le même terrain de conciliation que le précédent Conseil municipal, les édiles actuels proposent de nommer une Commission chargée de nouveaux pourparlers avec la Compagnie du gaz.

Comme sanction à cette proposition, le Conseil municipal vote à l'unanimité le projet de délibération suivant :

« Le Conseil municipal, résolu à poursuivre les moyens « d'obtenir l'installation de l'éclairage électrique dans la ville « de Lisieux.

« Désireux d'obtenir à l'amiable, de la Compagnie conces- « sionnaire de l'éclairage au gaz, qu'elle adjoigne l'installation « de l'électricité à son exploitation actuelle.

« Considérant que dans sa circulaire du 1er mai 1893, la « Compagnie a déclaré qu'elle était disposée à étudier l'éta- « blissement, dans la ville, du nouveau mode d'éclairage de- « mandé.

« Considérant qu'elle a joint à cette circulaire un document « exposant les conditions auxquelles elle pourrait procéder à « l'installation nouvelle;

« Charge la Commission spéciale nommée dans la séance de « ce jour, d'étudier ces conditions, en les comparant avec « celles de l'éclairage électrique dans les autres villes, et de « présenter à bref délai, au Conseil municipal, ses observations « sur lesdites propositions de la Compagnie. »

Une commission spéciale composée de huit membres est élue et chargée de donner une solution prochaine à cette question, en évitant tout procès.

Marmande. — *Éclairage électrique.* — Ainsi qu'il a été dit au n° 59, **1894**, p. 255, le renouvellement de la concession de la Compagnie qui exploite les distributions d'eau et de gaz dans la ville de Marmande, se fera pour une période de 30 années, mais à certaines conditions parmi lesquelles nous notons les suivantes :

8° Prévision de l'installation d'une station d'électricité, dans l'usine de préférence, permettant de fournir la lumière électrique dans toutes les rues de la ville sans exception, dès que l'on aura recueilli des abonnements d'une durée de deux ans pour 200 lampes d'un pouvoir éclairant de 10 et 16 bougies, brûlant de la tombée du jour à minuit, au prix de 45 fr pour les lampes-an de 10 bougies et de 60 fr pour celles de 16. Fourniture gratuite à la ville de 10 lampes à arc pour l'éclairage des voies publiques, ou, en remplacement, 80 lampes à incandescence pour les bâtiments municipaux;

9° Maintien de la redevance annuelle de 5000 fr à payer à la ville par le concessionnaire.

Il sera établi que, si l'électricité demeurait dix ans sans être appliquée, le prix du gaz sera diminué de 1 centime; il ne sera plus payé que 0,24 fr par les particuliers et 0,17 fr pour les bâtiments municipaux. Après une période de sept ans au delà des dix années prévues, le prix du gaz serait encore baissé de 1 centime, et il en serait de même encore pour le restant de la durée de la concession, de sorte que le prix du gaz ne serait plus que 0,22 et 0,15 fr.

10° Le concessionnaire devra exécuter à la demande de la ville des travaux neufs évalués à 110 000 fr dans lesquels la station d'électricité entre pour la moitié.

Telles sont les bases du nouveau traité proposé à l'approbation du Conseil municipal, qui laisse un champ libre à la lutte du gaz et de l'électricité.

Meursault (Côte-d'Or). — *Éclairage.* — Il est sérieusement question depuis quelque temps de l'installation à Meursault d'une usine d'éclairage électrique; la municipalité est, paraît-il, complètement disposée à faire les sacrifices nécessaires, et on assure même que la chose est entièrement décidée actuellement.

La station centrale serait établie par un ingénieur-électricien de Lyon qui s'engagerait, moyennant une certaine indemnité annuelle accordée par le Conseil municipal, à assurer l'éclairage électrique des rues pendant toute l'année; ce qui serait assurément plus avantageux que l'éclairage actuel au moyen de lampes allumées six mois de l'année seulement.

Samatan (Gers). — *Éclairage.* — Le Conseil municipal a définitivement réglé la question de l'éclairage électrique, voici les grandes lignes du traité : La commune paiera tous les ans une somme de 1100 fr à MM. Troyes, Ballat et Souriguère, directeurs de l'usine, et, de leur côté, ces derniers prennent l'engagement d'éclairer la ville au moyen de 36 lampes à incandescence et cela toute la nuit, pendant toute l'année.

La population a appris avec plaisir la décision du Conseil au sujet de l'éclairage de la ville, en ce moment si défectueux, toutefois on espère que MM. les directeurs de l'usine mettront rapidement à exécution le traité passé avec la municipalité.

Sotteville-lès-Rouen (Seine-Inférieure. — *Éclairage.* — Le Conseil municipal de Sotteville-lès-Rouen, à la suite de ses délibérations des 22 juin, 6 septembre et 10 novembre, vient d'approuver le traité que M. E. Lancesseur, de Rouen, lui avait présenté pour l'éclairage électrique, moyennant une rétribution de tant pour cent, et une réduction sur le tarif général pour les besoins de la ville.

ÉTRANGER

Coventry (Angleterre). — *Station centrale.* — De l'autre côté du détroit l'éclairage électrique fait de nouveaux progrès; après Salford (n° 91, **1895**, p. 434), voici Coventry que l'on vient de doter d'une importante station centrale. Destinée à assurer l'éclairage particulier, l'usine compte déjà près de 5000 lampes de 10 bougies, quant à l'éclairage public, la question est réservée pour le moment, mais en prévision d'une extension possible et même certaine, les terrains nécessaires sont acquis. Les bâtiments comprennent une salle de chauffe et une salle des machines. Dans la première sont installées deux chaudières à bouilleurs type Lancashire de 10 m de longueur; l'alimentation se fait par des pompes, l'eau passant dans des récupérateurs de chaleur. Il y a place pour deux unités semblables.

Dans la salle voisine sont installées les machines à vapeur et les dynamos; l'un des moteurs, plus puissant que l'autre, peut développer 180 chevaux à 90 tours par minute, il porte un volant de 10 000 kg et d'un diamètre de 4,60 m. Un alternateur de 100 kilowatts est commandé par ce moteur à l'aide de câbles en coton d'Égypte. La seconde machine sert principalement le jour, aux périodes de faible charge, elle développe environ 90 chevaux à 120 tours par minute et son volant de 3,50 m a un poids de 5 tonnes. La dynamo-alternative qu'il commande également par cordes, est d'une puissance de 50 kilowatts.

Les deux moteurs sont munis de condenseurs type Worthington, disposés dans la salle des machines.

L'usine comporte en outre un vaste parc à charbon, des bureaux, un laboratoire de mesures, etc. Ces derniers locaux seront chauffés par des radiateurs électriques.

Les tarifs de vente de l'énergie électrique diffèrent peu de ceux qui sont en vigueur dans la région. On livre le kilowatt-heure à raison de 0,60 fr pour l'éclairage et 0,40 fr pour la force motrice.

Parmi les nombreuses stations centrales inaugurées ces temps derniers, citons encore celle de Newport. L'éclairage public comporte 40 lampes à arc de 2000 bougies du système Lewis sont montées en série.

La distribution a lieu par courants alternatifs sous 1500 volts, on a du reste prévu l'usine en vue d'une prochaine et très probable extension.

Égypte. — *Distributions d'énergie électrique.* — D'après le *Praktische Maschinen-Constructeur*, on s'occupe actuellement en Égypte de l'utilisation des eaux du Nil pour produire la force motrice. On se propose de réunir les eaux dans un vaste réservoir, puis d'utiliser leur chute pour la production de l'énergie électrique.

Une première installation est projetée près d'Assouan : une chute de 15 m. de hauteur fournira une puissance de près de 44 000 chevaux-vapeur, une partie de cette eau sera également utilisée pour l'irrigation des champs.

Une autre chute de 5 m. sera utilisée aux environs du Caire. On pense pouvoir ainsi actionner 150 filatures occupant 40 000 ouvriers et livrant annuellement 100 000 tonnes de coton.

L'ÉLECTRICITÉ EN 1895

PARTIE SCIENTIFIQUE

L'électricité imprègne, aujourd'hui, toute la physique; intimement liée aux phénomènes moléculaires les plus ordinaires comme aux plus subtils, elle pénètre à tel point la physique de l'éther que l'on a pu confondre quelquefois les termes d'*éther* et d'*électricité*; que beaucoup de physiciens modernes ont, tout au moins, donné à l'électricité les attributs d'une modalité de l'éther; qu'enfin, pour la plupart d'entre eux, les oscillations du milieu universel n'ont pas deux manières d'être; électriques ou lumineuses suivant leur origine ou leur longueur d'onde, elles sont renfermées dans les mêmes équations.

Embrasser d'un coup d'œil toute la production d'une année dans une science aussi vivace que la physique l'est aujourd'hui serait une singulière témérité; nous nous limiterons donc à quelques directions particulières prises par les recherches, espérant combler à une autre occasion les lacunes que nous laisserons volontairement subsister dans cette étude.

Plusieurs des questions que nous nous proposons de traiter sont inséparables des travaux antérieurs à l'année qui vient de prendre fin, et à laquelle nous ne pourrons nous limiter rigoureusement. Si, d'autre part, nous avons parlé ici avec prédilection des travaux étrangers, c'est dans la pensée d'éviter les répétitions, les recherches exécutées en France étant régulièrement analysées dans ce recueil.

I. — Propagation dans les conducteurs.

Tandis que, d'une part, se développe la théorie de Poynting, qui tend à attribuer aux diélectriques le rôle principal dans le phénomène de la conduction, les expériences établissent d'une manière de plus en plus précise l'action exclusive du conducteur lui-même, abstraction faite, bien entendu, des défauts d'isolement dans les diélectriques imparfaits. Il y a près de deux ans, un professeur australien, M. Sanford, avait cru trouver une action bien nette du diélectrique, dont les conséquences eussent été désastreuses pour la loi d'Ohm et pour la définition de l'unité portant le même nom. Les divergences trouvées par M. Sanford étaient considérables; elles atteignaient presque deux pour mille, et il eût été bien étonnant qu'un phénomène aussi marqué eût échappé jusqu'alors à la sagacité des expérimentateurs. Les recherches de contrôle ne se sont pas fait attendre; d'une part, MM. Grimaldi et Platania, opérant comme M. Sanford l'avait fait, avec un fil de cuivre entouré d'air ou de pétrole, trouvaient les différences réduites au douzième de la variation annoncée. D'autre part, M. Sala en Italie, M. Carhart aux État-Unis, aidé de MM. Radman et Kaler, arrivaient à un résultat franchement négatif dans divers gaz, le pétrole et l'alcool. La question peut ainsi être considérée comme classée, tant, du moins, qu'il s'agit du dix-millième relatif. La définition pratique de l'ohm est donc suffisante, et nous enregistrerons, sans tenir compte de ce commentaire, les résultats nouveaux obtenus sur cette première unité électrique.

Bien que les débats concernant les unités se soient un peu calmés, depuis l'adoption de l'ohm international, nous pouvons signaler, cette année encore, quelques travaux importants en cette matière.

M. Himstedt, dont l'emploi d'un étalon en maillechort avait rendu illusoires les premières mesures, s'est décidé à reprendre *ab ovo* son travail, en se servant d'étalons mercuriels étudiés de toutes pièces par M. Passavant, et comparés à ceux de M. Benoit. Il arrive, dans ce nouveau travail, à la valeur 106,28 pour l'ohm vrai.

La discussion générale des résultats sur l'ohm a été beaucoup facilitée par la répétition des mesures de M. Kohlrausch et de M. Dorn, qui avaient trouvé tous deux des valeurs très basses, et sont arrivés, dans leur seconde série de mesures, à des nombres se rapprochant beaucoup de la moyenne. Dans ces conditions, les auteurs eux-mêmes répudient leurs premières mesures, dont on n'a plus dès lors à tenir compte.

Il y a près de trois ans, M. Dorn avait soumis l'ensemble des mesures à une discussion serrée, en vue de l'adoption définitive d'un ohm suffisamment voisin de la vérité. Profitant des nouvelles recherches et des avis reçus de quelques confrères, il vient de réimprimer son travail dans le deuxième volume des *Abhandlungen* publiées par l'Institut physico-technique impérial. La valeur la plus probable qui résulte de l'ensemble des mesures faites jusqu'ici est que l'ohm est représenté par la résistance d'une colonne de mercure dans les conditions connues, et dont la longueur est de 106,29 cm; l'ohm international ne différerait que de 1 dix-millième au maximum de l'ohm théorique.

Nous ne quitterons point ce sujet sans dire que le même volume des *Abhandlungen* contient un important mémoire dans lequel M. Jaeger rend compte des travaux très délicats qu'il a exécutés en commun avec M. Kreichgauer pour la construction d'étalons prototypes de l'ohm à l'usage de l'Institut physico-technique impérial.

La méthode de la double dérivation employée à Charlottenbourg pour la comparaison des résistances a permis de faire usage d'un ingénieux dispositif pour éviter la correction due à l'épanouissement des lignes de courant. Les tubes de verre, dont les extrémités sont rodées avec soin, sont prolongés par d'autres bouts de tube de même diamètre, le plan de contact étant occupé par une feuille mince de platine, perforée au centre, de manière à pe[illegible]mettre la dilatation du mercure. La résistance est [illegible] comptée à partir de la section droite du tube, le [illegible] de courant étant parallèles entre elles au poin[illegible]lon se termine.

De nombreuses copies mercurielles ou en divers alliages ont ensuite été comparées aux prototypes, de telle sorte que l'Institut se trouve abondamment pourvu d'étalons de résistance très précis.

On a découvert déjà de singulières relations de réciprocité entre les phénomènes électriques et les conditions d'agrégation des fils. On sait, par exemple, qu'un fil tendu possède une résistivité plus grande qu'en l'absence de tout effort; or, M. Noyes vient de trouver, par des expériences qui semblent bien faites, que le module d'élasticité est augmenté par le passage du courant. Cette réciprocité nous fournit un exemple de plus de ce que l'on pourrait appeler la lutte pour la vie dans les systèmes matériels. Lorsqu'on s'oppose au passage du courant en maintenant le fil sous tension, le courant force le passage, en rendant le fil moins extensible. Nous pourrions multiplier les exemples; celui-ci est assez typique.

Si les lois de la propagation des courants constants est d'une idéale simplicité, les phénomènes deviennent d'une complication presque inextricables, lorsque le courant est oscillatoire, ou, plus généralement variable, comme cela se produit dans une décharge instantanée.

Cette question est importante non seulement pour fixer un point de théorie: la pratique si controversée de la construction des parafoudres, pour ne pas parler ici de la distribution des courants alternatifs, doit s'appuyer sur des faits d'expérience encore mal établis. Lord Kelvin a cherché à élucider quelques détails du phénomène en étudiant l'élévation de température produite par la décharge d'une bouteille de Leyde dans deux circuits en dérivation établis dans des conditions variées.

Il a trouvé, en particulier, que, pour des fils droits, le courant dans chacun des deux circuits est proportionnel aux conductances si aucun des deux métaux n'est magnétique. Dans le cas contraire, la décharge passe de préférence par le circuit non magnétique. Ce fait, contredit par des expériences de M. Lodge, est confirmé par des recherches de M. Klemencic; reprenant des travaux de Lorenz, il arrive à la conclusion que pour des courants intenses, le fil de fer peut posséder une inductance cent fois plus forte qu'un fil de mêmes dimensions d'un métal non magnétique. Nous allons, du reste, revenir à cette question.

II. — Les oscillations électriques.

L'œuvre de Hertz n'a point disparu avec lui; plus que jamais, les oscillations électriques sont à l'ordre du jour.

Les points principaux de la théorie des phénomènes, élucidés par M. Poincaré et ses élèves, ont été vérifiés par les excellentes expériences de MM. Sarasin et de la Rive, Pérot, Blondot, Bjerknes, Birkeland, Strindberg et un grand nombre d'autres physiciens. Aujourd'hui, le domaine s'étend : on s'attaque aux phénomènes compliqués, on établit d'une manière plus parfaite le parallèle entre les oscillations électriques et la lumière.

Nous avons rendu compte déjà ici-même, dans le n° 92 du 25 octobre 1895, p. 449, des recherches de M. Lebedef, qui a poussé à l'extrême la réduction des appareils de M. Righi; elles ne sont pas isolées. M. Righi d'abord, M. Mack, MM. Garbasso et Aschkinass ensuite, ont suivi de près le phénomène de la double réfraction dans un certain nombre de cristaux dans des recherches en partie antérieures à celles de M. Lebedef.

M. Mack, opérant sur une plus grande échelle, a trouvé la trace bien nette de la double réfraction des radiations électriques dans le bois, la vitesse de propagation étant différente dans les directions principales des fibres. M. Mack a aussi essayé de construire des milieux biréfringents artificiels, en disposant des diélectriques dans des conditions différentes par rapport à deux directions rectangulaires; par exemple, le phénomène est très net dans un cube formé de papier empilé. L'expérience est facile, et, si l'on ne se laisse pas trop aisément prendre aux apparences, peut conduire à des résultats intéressants concernant la structure des cristaux. N'est-ce point le lieu de rappeler les expériences de MM. J. et P. Curie sur la conductibilité du quartz?

Jusqu'à ces derniers temps, on n'avait considéré la diffraction des ondes électriques que comme un phénomène gênant, enlevant aux expériences de leur netteté; c'est dans le but de l'éviter autant que possible que MM. Sarasin et de la Rive avaient donné à leur miroir des dimensions inusitées, et que M. Righi et M. Lebedef avaient réduit au minimum la longueur des ondes par une diminution correspondante des dimensions des appareils. Aujourd'hui, la diffraction elle-même devient l'objet d'études encore peu avancées, mais qui promettent un champ fructueux. Naturellement, les manifestations de l'énergie vibratoire sont d'autant plus faibles que l'on s'éloigne davantage des directions où le phénomène se produit, d'après les lois géométriques de sa propagation. Il faut donc avoir recours à des indicateurs très sensibles. Ces indicateurs, qui, pour la plupart, ne reposent pas sur l'observation d'une étincelle, seront d'autant plus précieux que cette observation est souvent la cause d'une très grande fatigue; il est plus d'un observateur qui, après avoir cherché assidûment l'apparition et la disparition de ce phénomène fugitif, le revoyait même en rêve, et perdait la faculté d'affirmer à coup sûr son existence.

Parmi les indicateurs nouveaux, le couple thermo-électrique inséré dans un circuit accordé ou non sur le primaire était d'un emploi évident. Le hasard a conduit M. Aschkinass à en découvrir un autre très original, et d'une extrême sensibilité.

Une feuille d'étain étant collée sur une plaque isolante, on la découpe en zigzags de façon à laisser une série de bandelettes parallèles, formant un conducteur continu. Ce conducteur peut être employé comme instrument indifférent ou comme résonnateur. Or on remarque que, lorsqu'il a été soumis pendant quelque temps à l'oscillation électrique, sa résistance a diminué d'une notable

quantité. De petits chocs la ramènent à sa valeur primitive.

Il était intéressant d'examiner si l'on avait affaire à un phénomène nouveau, ce qui, dans la boîte à surprise des oscillations électriques, n'eût rien eu de surprenant. Deux physiciens, M. Haga à Berlin, et M. Mizuno à Tokio, ont examiné la chose sous toutes ses faces; ils n'ont trouvé aucune variation de la résistance des fils, et même des feuilles d'étain aussi longtemps qu'elles présentaient une distance suffisante; le phénomène devenait au contraire très apparent lorsque les bandes parallèles étaient très rapprochées les unes des autres. Un réseau construit par M. Haga, avec des bandelettes fixées dans un cadre, était tellement modifié par la radiation électrique, que sa résistance diminuait de près de moitié par son action. Le phénomène resta le même lorsque le réseau eut été noyé dans de la paraffine. Les deux expérimentateurs concluent que la variation constatée par eux rentre dans la catégorie des phénomènes découverts et si bien étudiés par M. Branly. Il se formerait ainsi, entre les feuilles d'étain, des ponts très fragiles, que l'on romprait par le choc [1].

Le professeur japonais a été conduit au cours de ses recherches, à un certain nombre d'autres résultats, parmi lesquels nous mentionnerons les suivants :

Opérant avec un primaire donnant des ondes de 60 cm, et un réseau de 3 à 5 cm au carré, M. Mizuno étudia surtout l'effet des écrans de différentes dimensions.

A 12 cm derrière une plaque de cuivre de 30 cm de diamètre, l'action des ondes était encore très marquée; elle était nulle derrière une planche de 69 cm sur 14 recouverte de feuille d'étain, lorsque la grande longueur de l'écran était placée parallèlement à la direction des vibrations; elle redevenait appréciable dans la position rectangulaire de l'écran. Devant une plaque de métal, l'action était très sensible; elle doublait environ lorsqu'on enlevait la plaque, détruisant ainsi le nœud de vibration. M. Mizuno a étudié aussi l'effet des réseaux parallèles ou perpendiculaires à la direction de la vibration, et l'influence de l'orientation du résonnateur: cette dernière existe, mais elle est faible; les lames étant en effet très voisines, l'ensemble doit absorber la radiation à peu près comme une plaque métallique continue.

Nous mentionnerons enfin des recherches de M. Trowbridge et de M. St. John, sur les longueurs d'onde des oscillations électriques dans divers métaux. Ils sont revenus, par une voie assez différente, à des résultats analogues à ceux de lord Kelvin et de M. Klemencic, savoir, que l'inductance est plus grande dans le fer que dans les métaux non magnétiques; toutefois, pour les oscillations très rapides, la différence ne serait que de 5 à 10 pour 100. Ces expériences conduisent à attribuer au fer une perméabilité de 388 pour des oscillations de haute fréquence.

[1] M. Branly exprime des doutes sur cette théorie, dans un nouveau et intéressant mémoire publié récemment dans le *Journal de Physique* (juin 1895).

III. — Alternateurs.

Si nous quittons le domaine si fécond des oscillations rapides pour passer à celui des courants alternatifs employés dans l'industrie, nous nous trouvons en présence de quelques travaux intéressants, qui témoignent de l'importance croissante des alternateurs pour la pratique industrielle. Nous n'empiéterons pas trop sur la revue des applications de l'électricité en indiquant ici quelques méthodes employées récemment pour déterminer la forme des courants alternatifs. Si nous passons sous silence la méthode électrochimique employée avec succès par M. Janet, c'est qu'elle est bien connue de nos lecteurs.

M. Crehore est parvenu à enregistrer les courants, même de grande fréquence, en se servant, comme indicateur, d'un faisceau de lumière polarisée, traversant un tube à sulfure de carbone, entouré par une bobine dans laquelle circule le courant à étudier. L'appareil est complété par un polarisateur et un analyseur; l'inscription se fait sur une plaque photographique mobile derrière l'analyseur.

La méthode imaginée par M. Pupin se rapproche davantage des procédés industriels. Un condensateur est monté avec un électromètre en dérivation sur un alternateur, dynamo ou transformateur. Lorsque la période d'oscillation du condensateur est précisément égale à celle du courant, l'indication de l'électromètre passe par un maximum. On arrive à celui-ci par tâtonnements, en modifiant convenablement la capacité du condensateur. La même règle s'applique à la période principale et aux harmoniques du courant alternatif, de telle sorte que le dispositif de M. Pupin permet de mesurer directement l'intensité de chacun des harmoniques du courant. L'auteur l'a, du reste, appliqué à l'étude d'un certain nombre d'alternateurs, dans le débit desquels il ne trouve que des harmoniques impairs; dans certains cas, c'est le troisième harmonique qui est prépondérant.

Les conclusions du mémoire de M. Pupin méritent d'être examinées avec soin. Si l'on négligeait de tenir compte des phénomènes de résonance qui peuvent se produire dans certains organes d'un circuit alternatif, soit avec la période principale, soit avec l'un des harmoniques, on pourrait être exposé à de graves mécomptes.

Nous ajouterons enfin que M. Frith est arrivé aux mêmes résultats que M. Pupin, dans l'étude de la différence de potentiel aux bornes d'un alternateur, en mettant en contact, à un moment déterminé de la période, un électromètre Mascart avec les bornes de la machine. Le procédé est analogue à celui qui avait été employé il y a une vingtaine d'années par Mouton, dans des conditions plus difficiles.

IV. — Magnétisme.

L'évolution des idées modernes sur le magnétisme, fondées d'une part sur la conception du circuit, renouvelée des idées d'Euler par Gisbert Kapp, d'autre part sur

les recherches et les théories d'Ewing, est assez complète pour avoir donné l'occasion à M. du Bois de rassembler dans un ouvrage très remarquable [1] l'ensemble de nos connaissances sur la question, tandis que M. Silvanus-P. Thomson réunissait dans une monographie d'un caractère bien différent les préceptes de construction des électro-aimants servant aux usages les plus divers.

Il ne faudrait pas en conclure que le sujet est momentanément épuisé; les recherches dont nous allons dire quelques mots donneraient à cette opinion un éclatant démenti.

M. Curie a soumis, dans une magnifique série d'expériences, les corps magnétiques à un examen qui a porté spécialement sur leur perméabilité dans un large espace de températures. Ce travail, qui a mis en évidence des faits nouveaux, comme celui d'une augmentation brusque de la perméabilité du fer vers 1280°, a conduit l'auteur aux conclusions générales que voici :

Les corps diamagnétiques ont un coefficient d'aimantation à peu près indépendant de la température, à l'exception du bismuth, dont le magnétisme diminue, lorsque la température augmente, suivant une fonction linéaire de cette dernière.

Pour les corps faiblement magnétiques, le coefficient d'aimantation est inversement proportionnel à la température absolue. Les corps ferromagnétiques au contraire conservent leurs propriétés jusqu'à une certaine température, à partir de laquelle ils se transforment progressivement, pour prendre les propriétés des corps faiblement magnétiques. Et, comme conséquence, M. Curie conclut que ces résultats sont favorables aux théories qui attribuent le magnétisme et le diamagnétisme à des causes de nature différente.

Les déformations dues à l'aimantation ont déjà donné lieu à de nombreux travaux rendus particulièrement difficiles par la petitesse des allongements correspondant aux champs magnétiques qu'il est jusqu'ici possible d'obtenir. Toutefois on est parvenu déjà à dégager l'allure générale des phénomènes, dont M. Nagaoka vient de tracer la courbe pour le fer, le nickel et le cobalt. Les résultats pour ces trois métaux sont très différents. Ainsi, lorsque le champ augmente, le fer s'allonge d'abord, puis se raccourcit: le nickel se contracte constamment en tendant vers une déformation asymptotique, de l'ordre de 1/30 000 dans le sens du champ. Enfin, le cobalt se comporte d'une façon inverse de celle du fer. Pour des intensités d'aimantation pas trop considérables, la déformation est proportionnelle au carré de cette intensité. Cette relation est à peu près vérifiée par le nickel jusqu'aux limites des mesures, tandis que, bien entendu, elle n'est approximativement vraie pour le fer et le cobalt que jusqu'au voisinage du point où la déformation change de signe.

M. L.-T. More, de Johns Hopkins university, est arrivé, en ce qui concerne le fer, à des résultats très semblables à ceux de M. Nayaoka.

Le magnétisme produisant des variations de volume des barreaux, il est naturel de supposer qu'il agit aussi sur la valeur de leur module d'élasticité. M. Bock a vérifié cette hypothèse, et a trouvé que le module d'Young subit, dans le fer, des variations de l'ordre de 5 pour 1000. Le coefficient de torsion est à peine affecté, et la compressibilité du métal diminue légèrement. Toutefois les variations trouvées par l'auteur sont peu supérieures aux erreurs d'observation.

Inversement, d'après les observations de M. More, une traction exercée sur le fil, le rend plus réfractaire à l'action du champ.

Enfin, nous pourrions mentionner, comme formant la contrepartie de ces recherches, celles par lesquelles M. Klemencic a montré que la perméabilité magnétique dépend de l'état d'agrégation. Des fils de fer très doux sont plus perméables dans le sens longitudinal que dans des cercles concentriques à l'axe; le tréfilage diminue les deux perméabilités, en agissant plus fortement dans le sens de l'axe, de telle sorte que, pour le fer écroui, les deux valeurs de cette propriété se rapprochent beaucoup, pour différer dans le sens inverse dans l'acier Bessemer. Le fer montre donc une sorte de biréfringence magnétique, qui tend à disparaître par l'écrouissage.

L'une des conclusions pratiques de ces observations, en ce qui concerne l'acier, vaut la peine d'être mentionnée; elle a été indiquée par M. Berger; c'est que, pour la construction des aiguilles de boussoles, il est nécessaire de découper la tôle dans le sens du laminage, si l'on ne veut pas s'exposer à ce que l'axe magnétique de l'aiguille ne coïncide pas avec son axe de figure.

V. — Constantes électriques.

Nous avons rapporté, à propos de la propagation dans les fils, les résultats récents concernant l'unité de résistance; nous n'y reviendrons pas.

MM. Schuster et Crossley avaient trouvé, il y a quelques années déjà, que l'électrolyse du nitrate d'argent est influencée par la présence des gaz dissous dans le liquide. M. Myers a soumis le phénomène à de nouvelles mesures, d'où il conclut que le dépôt est en moyenne de 5 dix-millièmes plus faible dans l'acide carbonique que dans l'air, et qu'au contraire, en saturant d'azote le bain, on arrive à un dépôt supérieur de la même quantité à celui qui se produit dans une solution aérée. Ces phénomènes, dont il est difficile de se rendre absolument compte, sont une des plus grandes causes d'erreur dans l'emploi de la méthode électrochimique de mesure des courants, dont les conditions doivent être parfaitement spécifiées.

L'unité thermique occupe de nouveau, et plus que jamais, les physiciens. Depuis quelques années, les bonnes mesures de l'équivalent mécanique donnent des résultats assez concordants pour que l'on puisse espérer arriver,

[1] C'est par suite d'un malentendu que l'*Industrie électrique* n'a pas encore rendu compte de cet ouvrage; nous le ferons prochainement.

dans un avenir prochain, à une entente définitive sur un nombre reliant officiellement les diverses mesures de l'énergie; une scrupuleuse discussion des résultats, leur réduction aux mêmes constantes primitives, d'intensité de la pesanteur, de chaleur spécifique de l'eau, etc., ont fait disparaître quelques divergences, de telle sorte que, parmi les mesures qui méritent quelque crédit, il n'en est plus aucune qui s'éloigne de 1/400 de leur moyenne. Il semble exister encore une divergence systématique entre les mesures faites en partant du watt électrique et du watt mécanique; mais les recherches sont encore trop peu nombreuses pour qu'il y ait lieu d'y voir l'indice d'une erreur notable dans les valeurs adoptées pour les constantes électriques sur lesquelles reposent ces mesures. Le sujet est loin d'être épuisé, au contraire; la connaissance plus exacte de toutes les causes d'erreur des mesures promet, à ceux qui voudront encore s'engager dans cette voie, la satisfaction d'arriver d'emblée à des résultats assez corrects, qui donneront plus de poids à la moyenne.

L'Association britannique, qui a eu jusqu'ici les plus importantes initiatives en ces matières, a aussi inscrit cette question dans son vaste programme d'unification. M. Griffiths a rassemblé les résultats des mesures dans un excellent rapport qui servira de base à la discussion jusqu'à la prochaine réunion de la célèbre association. Il propose une solution que nous avons combattue, il y a quelques années, comme prématurée, mais dont chaque jour rapproche l'avènement; c'est de se rallier franchement, pour la mesure des quantités de chaleur, à l'unité générale de l'énergie, le joule, et d'attribuer à l'eau une chaleur spécifique déduite de l'équivalent. La valeur de ce dernier qui paraît aujourd'hui la plus probable est

$$1 \text{ calorie à } 15^{\circ} = 4,19 \text{ joules};$$

nous nous abstenons de donner la décimale suivante, le 9 pouvant bien être erroné d'une unité.

Pour cette importante constante, comme pour l'ohm, on n'arrivera à se former une idée bien nette que lorsqu'elle aura été mise à l'ordre du jour de quelque conférence en vue de laquelle on se mettra à l'œuvre de tous côtés. Ici comme dans tous les domaines des mesures, la qualité est essentielle, mais la quantité n'est pas à dédaigner.

Il en est de même de cette autre grande constante à laquelle on a donné le nom de v de Maxwell.

Depuis l'époque où Weber et Kohlrausch s'en approchaient à 3 pour 100 près par excès, et où Maxwell restait en dessous d'une quantité un peu plus forte, les nombres sont allés sans cesse en se resserrant. Aujourd'hui, un observateur qui se respecte ne doit plus sortir des valeurs 2,99 et $3,01 . 10^{10}$ cm : s.

M. Hurmuzescu vient de frôler le nombre qui semble se dessiner comme celui de l'avenir; il a trouvé en moyenne $3,001 . 10^{10}$ exactement comme M. Rosa en 1889. Jusqu'ici, rien n'autorise à penser que la vitesse indiquée par ce rapport diffère de celle de la lumière, dans l'éther libre, bien entendu.

Le second procédé de mesure de cette constante, par la détermination directe de la vitesse d'une perturbation électrique, avait déjà fourni à M. Blondlot un nombre très voisin de v. M. J. Trowbridge vient de mesurer de nouveau cette vitesse avec la collaboration de M. W. Duane. Leur procédé consistait à déterminer séparément la longueur d'onde et la période d'oscillation, dont il suffit ensuite de faire le produit. Nous ne pouvons donner ici que le résultat de ce remarquable travail, qui a conduit à la valeur $3,003 . 10^{10}$ pour la constante en question; la précision est encore inférieure à celle du premier procédé, car les écarts individuels des séries dépassent sensiblement 1 pour 100.

VI. — Radiations.

La lumière touche l'électricien par deux côtés différents : sa théorie électromagnétique la fait rentrer dans le cadre de ses études théoriques, tandis que sa production industrielle est aujourd'hui encore l'une des plus grosses occupations du praticien; c'est, en somme, depuis que la photométrie, comme les unités, est aux mains des électriciens, qu'elle a fait de sérieux progrès.

Nous avons déjà rendu compte avec quelque détail d'un certain nombre de travaux de ces deux catégories. Les recherches théoriques de M. Galitzine ont donné à la production des ondes lumineuses par la voie électromagnétique sa forme la plus tangible, tandis que MM. Wilson et Gray découvraient d'intéressantes propriétés de l'arc électrique. L'éclairage par ondes luminescentes de fréquence convenable n'a pas tenu jusqu'ici ses promesses, en ce qui concerne l'utilisation pratique des procédés, qu'indiquent la théorie et les recherches de laboratoire, mais il ne faut pas désespérer; en désignant ce mode d'éclairage comme celui de l'avenir, on a bien certainement frappé juste; faisons crédit aux chercheurs, et n'oublions pas que l'avenir peut n'être pas demain. Du reste, la question n'est point aussi abandonnée qu'il peut le paraître; les travaux que nous avons analysés ici, sur l'électrolyse des gaz, les rayons cathodiques et les oscillations électriques sont autant de matériaux qui serviront au futur édifice. M. E. Wiedemann et ses collaborateurs ont étendu encore leurs recherches déjà si intéressantes sur la luminescence, et sont arrivés à de remarquables résultats. Les substances dites luminescentes joueront dans le nouvel éclairage un rôle si important que toute découverte dans ce sens peut devenir capitale.

Nos lecteurs se souviennent des expériences de MM. Lummer et Brodhun, que nous avons décrites il y a quelque temps déjà; ces habiles expérimentateurs avaient cherché à établir une unité d'éclat en définissant arbitrairement le degré d'incandescence d'une lame de platine. Cette définition présente des difficultés de diverse nature, portant sur la détermination de la température de la source, l'état de sa surface et l'enveloppe; ce der-

nier factum est aussi celui par rapport auquel l'unité Violle est insuffisamment définie.

Au point de vue théorique, la question est complètement élucidée; les travaux de Prévost, les recherches fondamentales de Kirchhoff ont conduit à définir ce qu'on doit entendre par la radiation d'un corps noir. Dans un remarquable mémoire publié récemment, M. W. Wien a précisé quelques détails de la théorie de Kirchhoff, en définissant la température et l'entropie de la radiation. Dans ses idées, la radiation ne possède à proprement parler une température que lorsqu'il existe entre ses divers éléments un certain équilibre qui lui confère la nature de la radiation émanée d'un corps noir. Cet équilibre s'établit de lui-même dans une enceinte fermée isotherme; l'isothermie est du reste automatique, si les éléments de la surface n'ont pas une capacité thermique infinie, c'est-à-dire si l'on ne fournit pas indéfiniment de l'énergie à certaines portions de l'enveloppe, tandis qu'on en soutire indéfiniment en d'autres points. Partant de cette idée, MM. Lummer et W. Wien ont tenté de produire un corps *noir par définition* en construisant une enceinte fermée, percée seulement d'un petit trou, et que l'on s'efforce de maintenir isotherme. L'éclat d'un point quelconque de l'enceinte ne différera de celui d'un corps noir ou doué du maximum de pouvoir émissif que du rapport de la superficie de l'ouverture à celle de l'enceinte entière; on peut, pratiquement, arriver à quelques millièmes près de cet éclat maximum qu'il est possible d'obtenir par la simple incandescence.

Les expériences sont encore dans la période des essais, mais elles sont en bonnes mains et promettent beaucoup; déjà les auteurs indiquent que l'éclat de l'intérieur de leur sphère est incomparablement plus grand que celui de tout autre corps porté à la même température; on peut en inférer que les corps noirs employés jusqu'ici aux températures élevées ne l'étaient que relativement; on n'était pas, du reste, parvenu à les conserver à des températures supérieures à 1000°. Les oxydes métalliques dont on s'est servi se réduisaient spontanément et ramenaient la surface à l'éclat d'un métal poli. On conçoit le grand intérêt qui s'attache à ces expériences soit au point de vue de la définition d'une unité, soit à celui de l'étude du spectre et à la fixation de la répartition de l'énergie dans le spectre.

En mentionnant les recherches des deux physiciens allemands, il serait injuste de ne pas rappeler qu'un physicien français, à qui la mesure des températures élevées doit de grands progrès, M. H. Le Chatelier, a insisté à tout propos sur cette nécessité de toujours définir parfaitement l'enveloppe si l'on veut que la radiation soit elle-même définie. Il a lui-même appuyé cette idée sur de bonnes expériences, que sa pratique d'ingénieur métallurgiste lui avait suggérées.

Dans le même ordre d'idées, on doit à M. Saint-John d'excellentes recherches sur la radiation de divers oxydes métalliques, particulièrement de ceux qu'on emploie à la construction des manchons destinés à l'éclairage incandescent par le gaz. Les conclusions du mémoire de M. Saint-John sont si importantes que nous nous proposons d'en donner prochainement une analyse détaillée; nous nous bornerons à en indiquer ici les résultats essentiels.

Plusieurs physiciens ont étudié le pouvoir émissif des oxydes en les portant à une température élevée sur une bande de platine chauffée par le courant. Ce procédé, qui peut donner parfois des résultats acceptables, expose aussi à des erreurs considérables. La faible conductibilité des oxydes, jointe à leur pouvoir émissif élevé, fait que leur surface libre se trouve à une température bien inférieure à celle du platine, et qu'elle échappe à la mesure. Si, au contraire, on enferme le tout en un fourneau, l'éclat des oxydes devient immédiatement beaucoup plus vif. Or, le point le plus saillant des recherches de M. Saint-John est que, lorsque l'appareil est enfermé dans une enceinte isotherme et munie seulement d'une petite ouverture, tout son intérieur présente exactement le même aspect. L'émission a donc lieu suivant les principes de Prévost et de Kirchhoff, propres aux corps que M. Winkelmann nomme *thermactiniques*, par opposition aux corps *allactiniques*, dans lesquels une réaction chimique, ou une transformation quelconque produit ou consomme de l'énergie d'une certaine qualité, et dont la radiation n'est pas astreinte à se conformer au principe de Carnot.

Un fait extrêmement curieux constaté par M. Saint-John est qu'il suffit d'introduire dans l'enceinte un corps quelconque à une température inférieure à celle de l'ensemble, pour voir immédiatement l'oxyde se détacher en clair sur le fond plus sombre des parois et de la lame de platine; la somme des énergies émise et réfléchie n'est plus la même pour les diverses surfaces; elle devient relativement plus grande pour celles dont le pouvoir émissif est le plus fort. Le mémoire contient encore plus d'un fait intéressant sur lequel nous reviendrons.

Le bolomètre est toujours très en honneur; M. Rubens à Berlin, M. Paschen à Göttingen, en tirent de nouvelles données sur l'énergie des radiations. Malheureusement, la divergence de leurs résultats laisse encore subsister quelque doute sur les lois qu'ils énoncent. M. W. Michelson avait indiqué, il y a quelques années, que la position du maximum dans le spectre normal des corps noirs varie comme la racine carrée de la température absolue de la source, et il avait pensé vérifier cette loi à l'aide des nombres de M. Langley. M. Rubens, de son côté, y est revenu en s'appuyant sur ses propres expériences. M. Paschen au contraire trouve, conformément à la loi de M. H.-F. Weber, que, dans le spectre normal, le produit de l'abscisse (en longueurs d'onde) correspondant à l'ordonnée maxima par la température de la source est constant. Toutefois les résultats immédiats de ses expériences indiquent une petite divergence vers la loi de Michelson. Au reste, il semble que rien ne justifie une loi aussi simple dans un phénomène d'une très grande complication.

L'extrapolation par laquelle on calcule la température

du soleil conduit bien certainement à un résultat trop élevé en partant de la loi de la racine carrée, tandis que cette température ressort probablement un peu basse de la loi de la simple proportionnalité.

Ce n'est certes pas sans de nombreuses, patientes et habiles recherches que l'on parviendra à posséder parfaitement toutes les lois qui régissent la plus simple des radiations, celle du corps noir. Un grand pas pourrait être fait dans ce sens lorsque le dispositif de MM. Wien et Lummer serait rendu pratique et généralement employé.

Quelques lampes étalons ont aussi fait leur apparition au cours de l'année dernière; nous attendrons, pour en parler, qu'elles aient été soumises au contrôle de la pratique.

VII. — Instruments.

Nous ne pouvons faire moins que de rappeler ici deux instruments sortis respectivement du laboratoire de la Sorbonne et de celui de l'École normale supérieure; le premier, dû à M. Limb, sert à la mesure directe des potentiels, ou plutôt à la comparaison du potentiel aux bornes d'une pile avec celui que l'on obtient par l'induction dans une bobine disposée de telle sorte qu'il puisse être calculé exactement. Nos lecteurs connaissent cet appareil par la communication faite à l'Académie des sciences; la thèse dans laquelle l'auteur a décrit ses expériences contient le détail des ingénieuses précautions qu'il a prises pour se mettre à l'abri des causes d'erreur.

Le deuxième appareil est le galvanomètre de M. P. Weiss. L'idée de placer verticalement les aiguilles d'un galvanomètre est de celles qui ne se présentent pas aisément à l'esprit; elle semble contre nature, et il n'est nullement surprenant que l'on n'ait pas songé plus tôt à cette modification d'une idéale simplicité, et qui facilite beaucoup la construction des balistiques ultra-sensibles qui sont le complément obligé de tout bolomètre.

La mesure des températures par les procédés électriques a fait aussi quelques progrès, et a été employée dans des travaux fort intéressants.

MM. Holborn et W. Wien, poursuivant le cours des recherches entreprises à l'Institut physico-technique de Charlottenbourg, ont étendu encore l'intervalle de température dans lequel il est possible de mesurer directement les températures à l'aide du thermomètre à gaz, et d'étalonner les couples servant dans les mesures. C'est toujours le couple Le Châtelier, platine-platine rhodié, qui est employé dans ces expériences, et qui, après de longues et minutieuses recherches, s'est montré le meilleur de tous ceux qui ont été essayés. L'étalonnage de ce couple a été fait jusqu'à des températures voisines de 1600°, de telle sorte que le point de fusion du platine a pu être déterminé avec une extrapolation peu étendue. Les auteurs trouvent ce point à 1780° au lieu de 1775° qui avait été indiqué par M. Violle. Les cinq degrés d'écart sont, bien entendu, tout à fait incertains dans une mesure comme dans l'autre. Le progrès n'en est pas moins très grand, puisque, avant les mesures de M. Violle, cette température était incertaine de 200 degrés au moins.

La température de fusion de nombreux sels métalliques, et celle de quelques flammes a été mesurée à l'aide du même procédé par M. Mac Crae; nous y reviendrons prochainement.

Les thermomètres à résistance de platine, si bien étudiés par MM. Callendar et Griffiths, ont été employés dans diverses recherches parmi lesquelles les plus nouvelles sont celles de M. Olszewski. L'habile physicien de Cracovie est parvenu, en plaçant une spirale très mince de platine dans une atmosphère d'hydrogène comprimé et vigoureusement refroidi, à saisir au vol pendant la détente la température critique de ce gaz, réputé le plus permanent de tous, jusqu'au moment où l'hélium est venu le détrôner. La température critique ainsi déterminée est de — 234°,5, de telle sorte que la liquéfaction de l'hydrogène en notable quantité, bien que difficile, n'est plus aussi désespérée qu'elle semblait l'être il y a peu de temps encore.

Le dispositif imaginé par M. Julius, dans le but de soustraire les instruments aux trépidations, sera bien accueilli par ceux de nos confrères qui sont condamnés à employer des galvanomètres en un endroit mouvementé d'une ville. Le support de l'instrument est un lourd triangle, suspendu, par ses coins, à trois fils de métal formant un prisme équilatéral. A l'aide d'une masse glissant sur un triangle, on amène le centre de gravité du système dans le plan même des points d'attache des fils avec la plaque. Les trépidations verticales sont alors absorbées en grande partie dans les fils, et les autres mouvements ne peuvent pas se traduire par des rotations autour d'un axe horizontal. On amortit les grands mouvements qui pourraient se transmettre par suite d'une coïncidence de périodes, en munissant le système d'ailettes qui plongent dans un liquide visqueux.

La construction des condensateurs, suivant les principes indiqués par M. Bouty, c'est-à-dire en argentant une lame de mica, signalée il y a peu d'années comme une heureuse innovation, a fait ses preuves. M. Heinke vient d'apporter de nouvelles données expérimentales concernant les condensateurs construits par ce procédé.

Comparant un instrument de la maison Carpentier avec quatre autres exécutés par divers constructeurs, il trouve une très grande supériorité au premier. Par exemple, après une charge de 75 secondes sous 32 volts, les résidus du condensateur Carpentier étaient inférieurs à 1 pour 100, tandis qu'ils atteignaient de 10 à 35 pour 100 dans les quatre autres. De plus, la charge de ces quatre derniers instruments est relativement beaucoup plus forte pour une même durée totale lorsque celle-ci est divisée en une série d'intervalles très courts que lorsqu'elle est continue. Pour le co[illegible]ur Bouty-Carpentier, l'action des interruptio[illegible]solument insensible, pour des durées de chaqu[illegible]érieures à un deux-millième de seconde. On [illegible] dire que

ces nouveaux condensateurs sont de véritables instruments de précision, ne présentant qu'à un degré insignifiant les défauts communs à tous les autres instruments construits jusqu'ici.

Il nous resterait, à ce propos, à parler d'une façon plus générale des diélectriques; mais les travaux les plus importants sur la question ont été exposés récemment ici même.

VIII. — Classification.

La philosophie de la science est sans doute en progrès; les vues s'élèvent et se généralisent. On discute, avec plus d'intensité qu'on ne l'avait fait depuis fort longtemps, les bases de nos hypothèses. Éblouis par le merveilleux développement de la science dû aux immortelles découvertes qui ont marqué le commencement du siècle, emportés par l'enthousiasme qui ne pouvait manquer de naître à l'énoncé des lois de l'électrolyse, jetant comme un pont entre la physique et la chimie, les physiciens ont conçu la gigantesque synthèse de la conservation de l'énergie, le plus puissant instrument de découverte qu'ils eussent jusqu'alors possédé. La théorie cinétique des gaz, ou plus généralement la théorie cinétique de la matière, qui semble en être une conséquence à peu près nécessaire, s'est développée à son ombre, et a conduit à la prévision de lois que l'expérience a vérifiées. Puis, la capacité de production de ces théories allant en s'affaiblissant, on a reconnu le rôle en quelque mesure pondérateur du principe de Carnot, dont l'importance capitale n'a été mise en lumière que fort tard.

Alors, on est revenu à l'idée que les théories mécaniques, dont l'application avait été si fructueuse, pouvaient n'être qu'une image fort grossière de la réalité. De là à vouloir les abandonner, il n'y a qu'un pas. Ce pas a été franchi par un homme du plus grand mérite, le professeur Ostwald, qui s'élève à toute occasion contre la conception mécanique de l'univers. N'est-ce point un peu tôt pour désespérer, et ne vaudrait-il pas mieux modifier les images que de les abandonner? Si inexplicable que soit l'existence d'une charge électrique, n'est-on pas à peu près forcé d'y avoir recours dans l'exposé des lois élémentaires de l'électricité? La théorie électromagnétique de la lumière, née d'hier, une autre de ces puissantes synthèses réduisant le nombre des notions irréductibles comme l'avaient fait les théories d'Ampère, n'est-elle point en dernier ressort l'expression d'une conception mécanique, et de l'équivalence d'un courant à une charge électrique en mouvement? Dernièrement encore, dans un remarquable mémoire, M. Ebert déduisait les lois de l'induction des seuls principes de l'énergétique; mais, pour en déterminer les deux facteurs principaux, d'intensité et de capacité, il s'appuyait sur la conception si géniale et si fructueuse des lignes de force et de la densité de flux.

Sans aucun doute, cette manière de procéder fait voir de plus haut; elle conduit à une sensation plus nette du principe des phénomènes; mais l'image en est rarement complètement bannie.

Les deux points de vue ne semblent pas s'exclure; comme outils de découverte, comme méthode d'enseignement, ils se complètent; l'un trace les grandes lignes, qui sont éternellement vraies; l'autre fait le détail, dont la théorie peut varier avec la conception primitive de l'image mécanique.

Ne faut-il pas sacrifier aussi au besoin que nous avons d'une idole visible? Le danger n'est peut-être pas aussi grand que le pense M. Ostwald, surtout si, de propos délibéré, l'on n'en est pas dupe.

Du vigoureux plaidoyer de M. Ostwald, dont nous avons indiqué l'exorde ici même il y a plus de trois ans, il ne reste pas moins une chose; c'est que l'énergétique s'affirme comme science, ou comme tête de chapitre sous laquelle viendront se ranger une foule de notions éparses qui s'éclaireront l'une par l'autre. Avec nos notions actuelles, la division pédagogique de la physique en mécanique, acoustique, chaleur, optique, électricité, assez correcte encore il y a quelque dix ans, devient de plus en plus insuffisante; les phénomènes s'enchevêtrent à tel point que, dans l'ancienne classification, il faudrait les découper en morceaux pour mettre chacun à sa place. Aura-t-on, dans quelque temps, une autre possibité que de s'arrêter à deux grandes divisions: énergétique de la matière et énergétique de l'éther, avec un chapitre de systhèse rapprochant les deux ordres de phénomènes? C'est à cela que tend le principe dominant des idées de M. Ostwald, mais l'image reparaîtra sans aucun doute à tout phénomène particulier.

Ch.-Ed. Guillaume.

LA DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
AU PORT LIBRE DE COPENHAGUE

Une intéressante distribution d'énergie électrique pour éclairage et force motrice a été faite dans le port de Copenhague à la fin du mois de novembre 1894 par l'*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft*. Nous pouvons donner à ce sujet divers renseignements que nous réunissons dans les paragraphes suivants.

Généralités. — Le port de Copenhague est un des ports les plus anciens et les plus renommés de la mer Baltique. De grands travaux ont été faits récemment pour améliorer sa situation et faire, de ce port franc, un lieu d'entrepôt dans les meilleures conditions possibles. Le nouveau port occupe une surface de 62 hectares dont 37 de terre et 25 d'eau. Il est divisé en 4 bassins, à l'est, à l'ouest, au milieu et au nord. Tous ces bassins sont entourés de murs de protection. La profondeur de l'eau varie de 7,50 à 9,15 m. Des brise-lames sont installés tout

autour. Les bassins de l'est et de l'ouest sont séparés par une vaste digue d'une longueur de 314 m et d'une largeur de 56 m, sur laquelle sont installés des magasins de déchargement. Sur l'autre côté du bassin ouest se

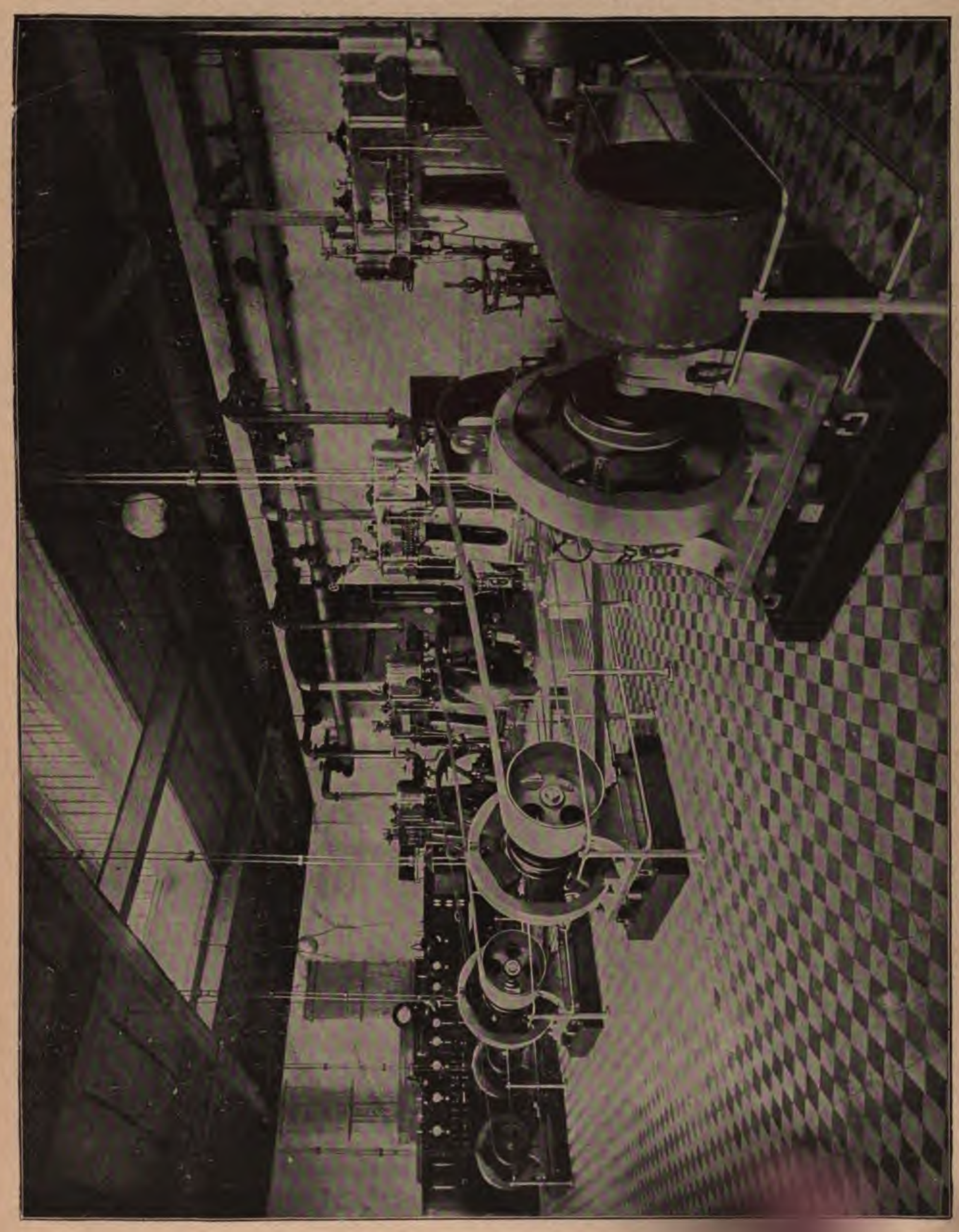


Fig. 1. — Vue d'ensemble de la salle des machines de la station centrale d'énergie électrique du port de Copenhague.

trouve une grande promenade, où est située la station centrale d'énergie électrique.

Système de distribution. — L[illegible]tribution d'énergie électrique est effectuée à 3 fil[illegible] volts, pour l'éclai-

rage et à 2.240 volts pour la force motrice. Les dynamos produisent la différence de potentiel maxima, et la répartition du voltage sur les circuits de lumière est faite au moyen d'accumulateurs.

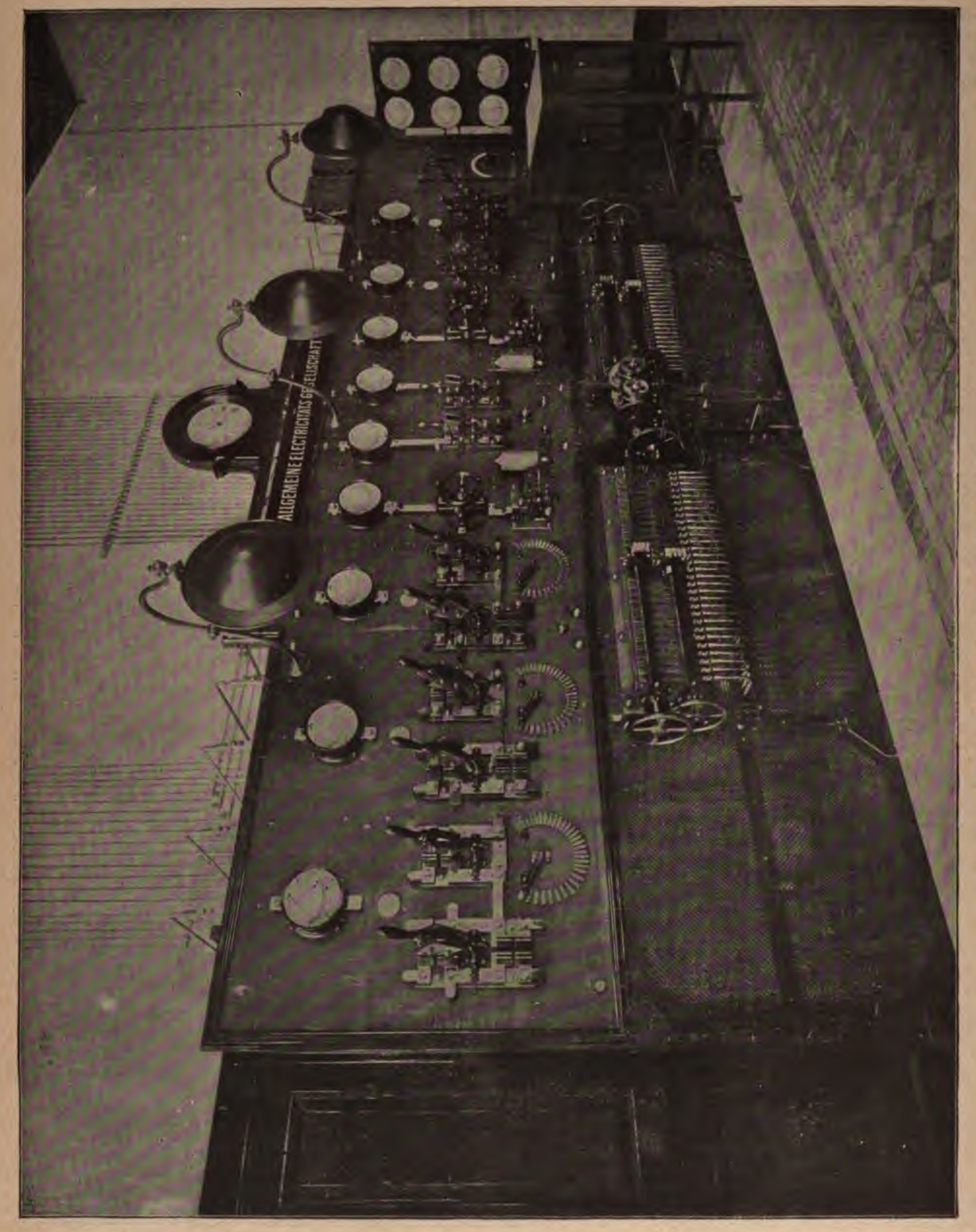


Fig. 2. — Vue d'ensemble du tableau de distribution

Usine. — L'usine actuelle a une puissance normale de 200 kw, mais elle peut fournir jusqu'à 260 kw. Elle renferme une salle de chaudières, une salle de machines, une salle d'accumulateurs et diverses autres pièces.

Chaudières. — Les chaudières à circulation d'eau sont au nombre de 3, d'une surface de chauffe de 105 m² chacune, et travaillent à la pression de 10 atmosphères. Les grilles sont disposées pour brûler de l'anthracite.

Machines à vapeur. — La salle des machines renferme 4 machines à vapeur verticales compound de 100 chevaux chacune à 210 tours par minute. Ces machines fonctionnent avec condensation par surface. Un bassin spécial a été disposé pour recueillir l'eau chaude et décanter les huiles.

Dynamos. — Les dynamos sont au nombre de 5, dont 2 à 4 pôles donnant 240 volts et 135 ampères à 730 tours

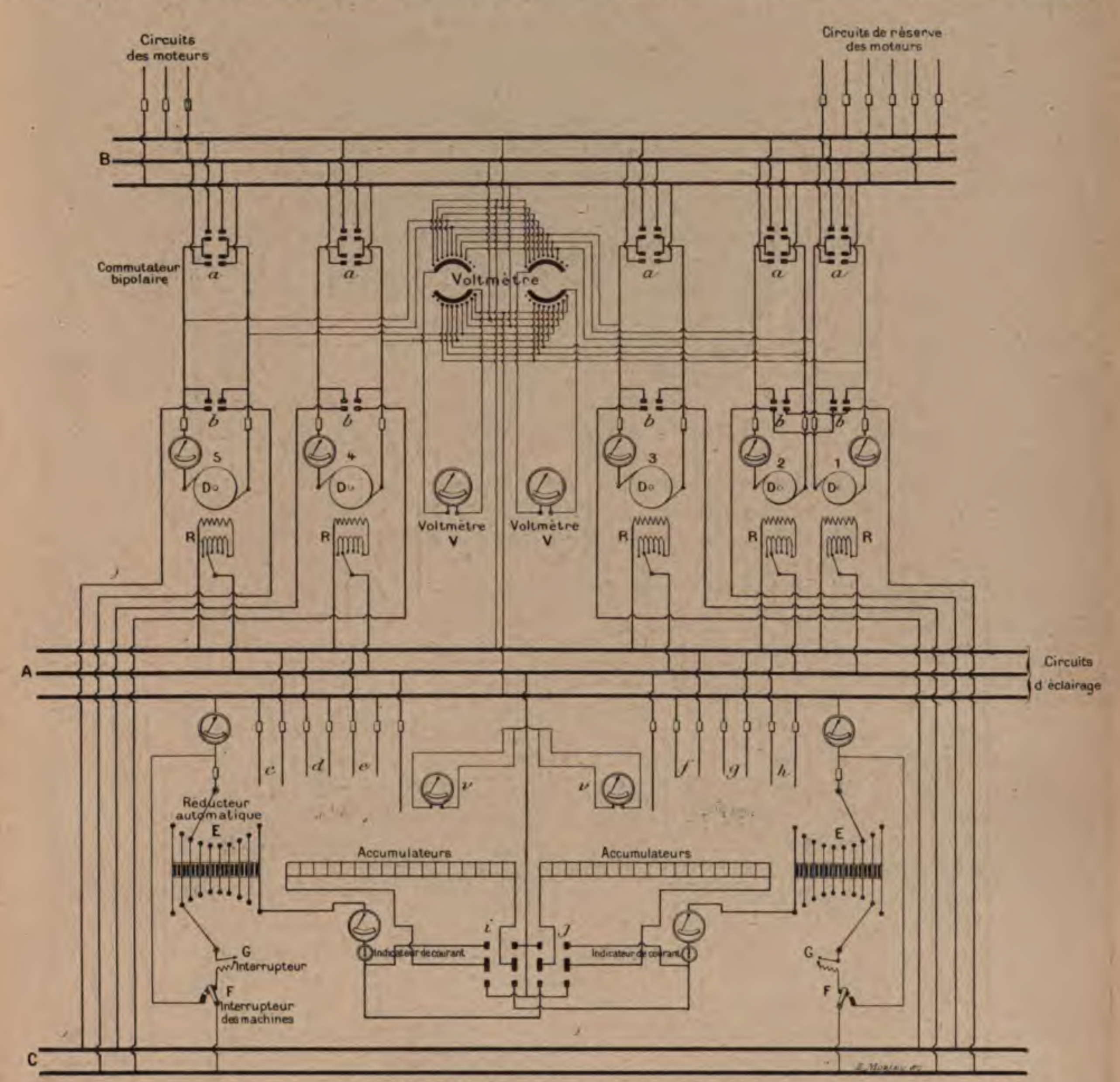


Fig. 3. — Schéma général du tableau de distribution.

par minute, actionnées par une même machine à vapeur, et 3 dymanos à 6 pôles de 240 vols et 280 ampères à 490 tours par minute, actionnées chacune par une machine à vapeur séparée. La figure 1 donne une vue d'ensemble de la salle des machines.

Accumulateurs. — Dans une salle voisine se trouvent deux batteries de 70 accumulateurs chacune d'une capacité de 800 ampères-heure. Ces deux batteries sont montées en tension.

Tableau de distribution. — Tous les appareils de distribution sont placés sur le tableau, placé dans le fond de la salle, et dont la figure 2 nous représente une vue d'ensemble. Les détails de toutes les connexions sont indiqués sur le schéma de la figure 3. Les 5 dynamos

sont représentées en D, D. Chacune d'elles est pourvue d'un ampèremètre, et d'un interrupteur bipolaire *b* permettant de coupler la machine sur deux barres de distribution C pour la charge des accumulateurs. Toutes les

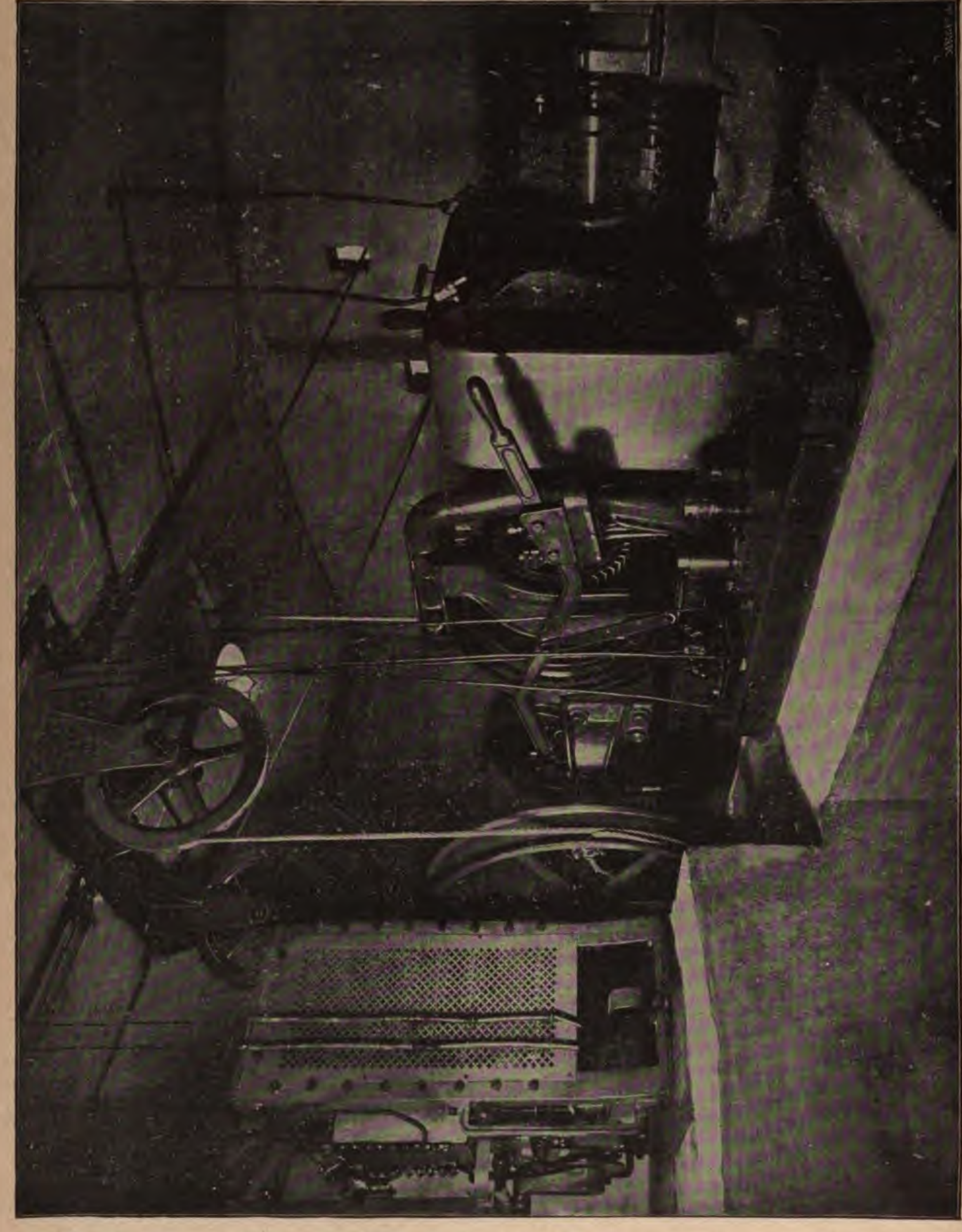


Fig. 4. — Vue des moteurs électriques et dispositifs des monte-charges.

machines peuvent être couplées en quantité. Plus haut se trouvent des commutateurs bipolaires *a* à deux directions permettant de coupler une machine sur deux barres voisines parmi les trois barres B de distribution, sur les-

quelles sont branchés les circuits qui desservent les moteurs. Chaque machine a un circuit d'excitation spécial avec un rhéostat variable R. Le circuit d'excitation est fourni par une dérivation sur deux des 3 fils de distribution A, destinés à desservir les circuits d'éclairage. Ces 3 fils A sont reliés, 2 aux extrémités des 2 batteries d'accumulateurs montées en tension, et le troisième au centre. En E, E se trouvent des réducteurs

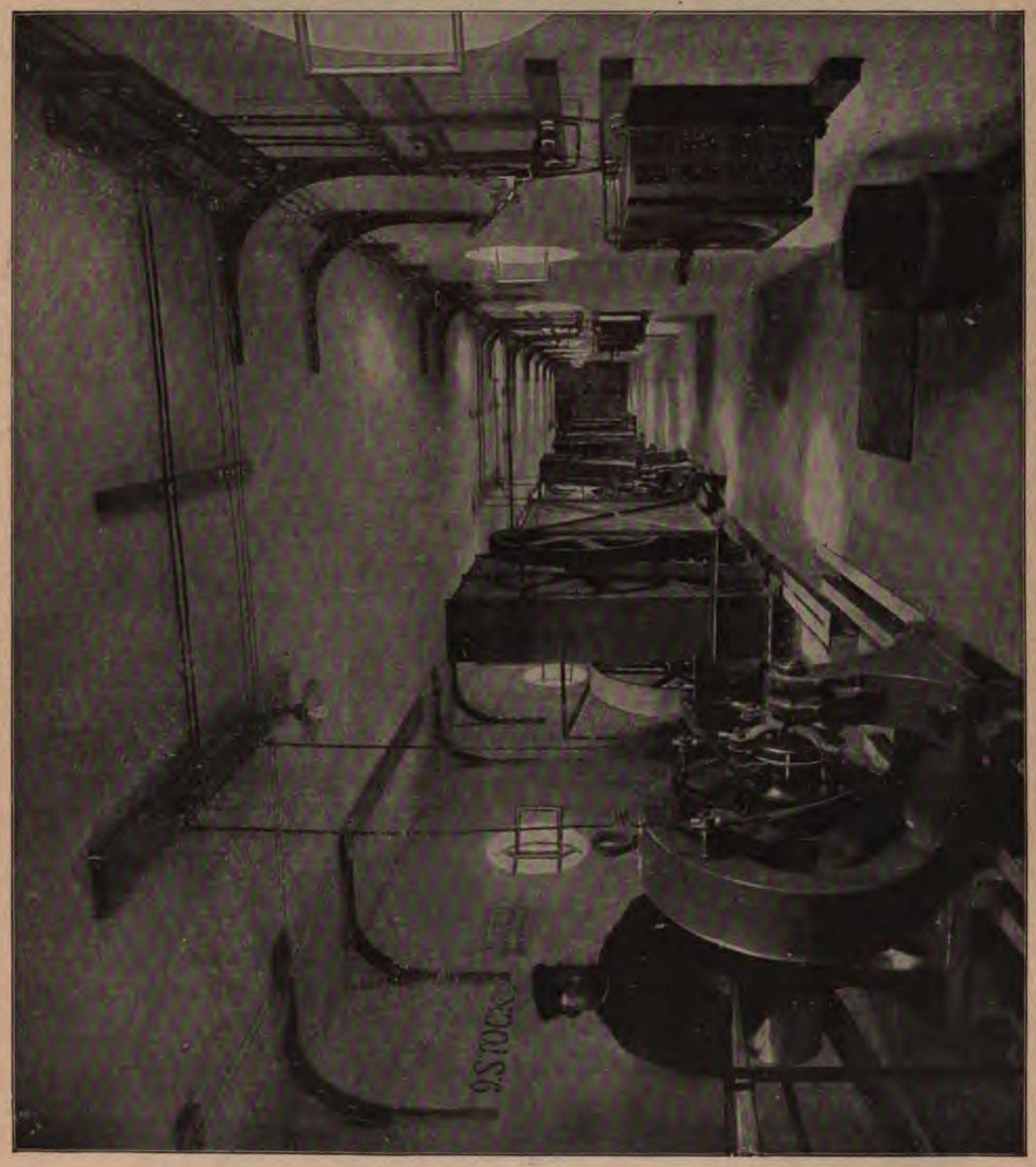


Fig. 5. — Installation des moteurs électriques pour monte-charges.

automatiques. Nous voyons en *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h* les départs des divers circuits, et en *v*, *v* les voltmètres sur fils témoins. Chaque batterie d'accumulateurs est munie d'interrupteurs spéciaux F, G sur la batterie et sur le circuit des machines d'ampèremètres, d'indicateurs de courant et de commutateurs *i*, *j* pour changer à volonté le couplage suivant le sens du courant. A la partie supérieure du tableau sont installés les voltmètres V et V avec commutateurs spéciaux pour mettre en communication avec toutes les machines et barres de distribution.

Canalisation. — La canalisation, qui commence au

total une longueur de 35 km, est constituée à la fois par des câbles souterrains, par des câbles en cuivre nu dans

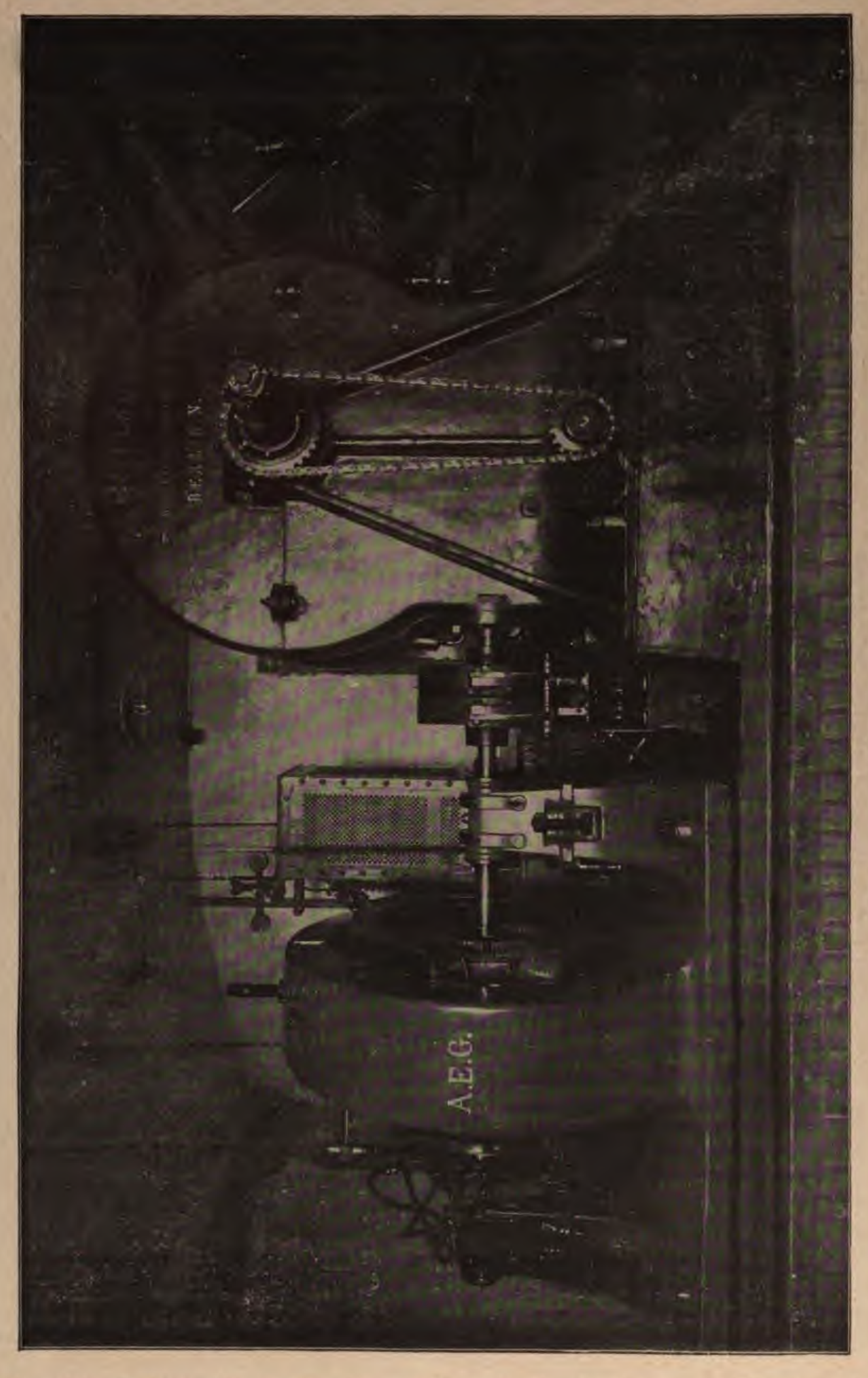


Fig. 6 — Commande d'un ascenseur par un moteur électrique.

des égouts spéciaux, et par des circuits aériens sur poteaux. Les circuits de la partie sud sont reliés en câbles souterrains; les circuits sur la digue entre les bassins *est* et *ouest* sont installés dans des égouts spéciaux d'une

hauteur de 1,70 m, sur des supports posés à cet effet. Les eaux qui pénètrent dans ces égouts peuvent être

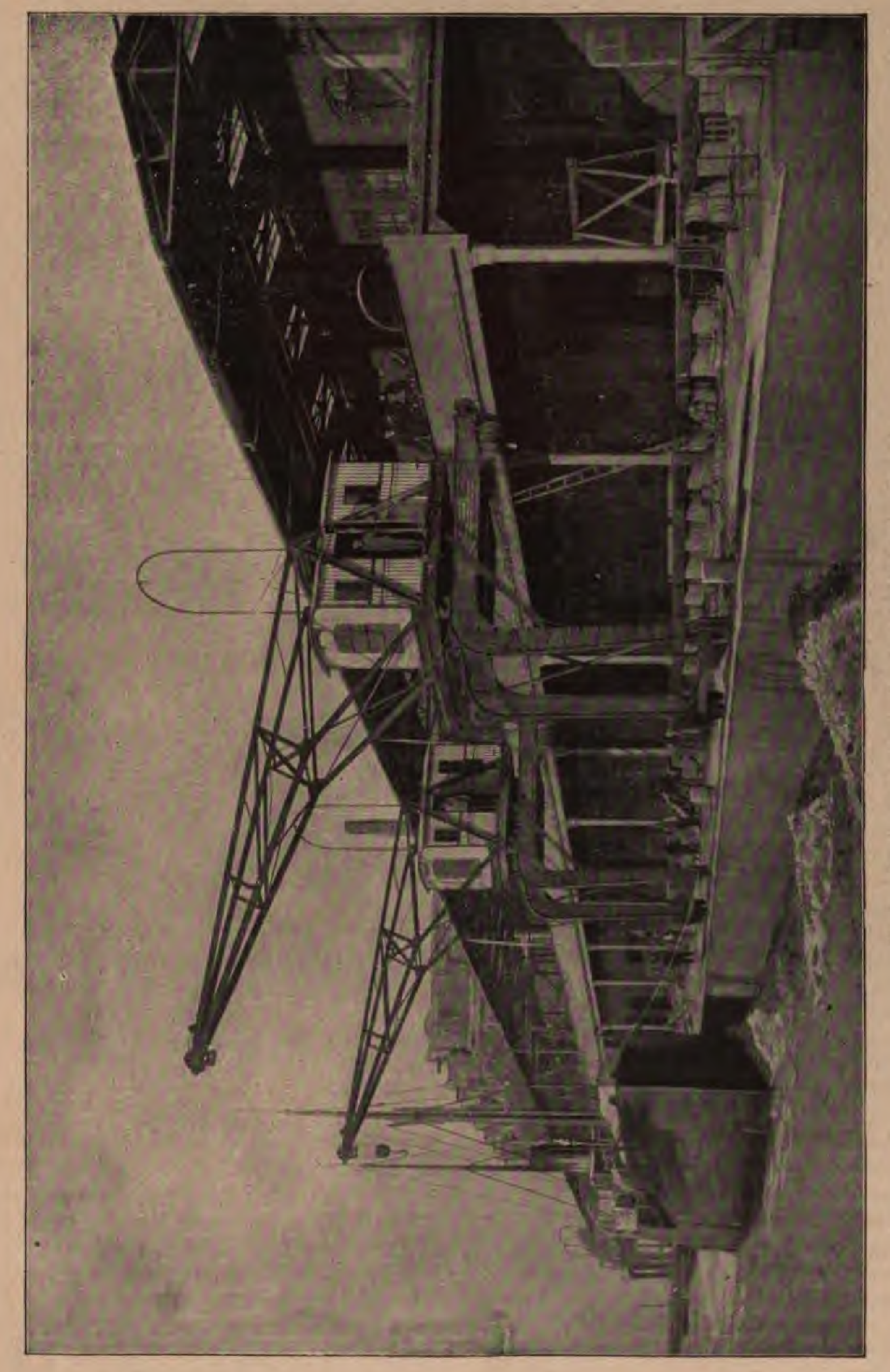


Fig. 7. — Vue des grues roulantes électriques installées le long des quais.

retirées et rejetées à la mer à l'aide d'une pompe électrique. Tout cet ensemble a été étudié, construit et monté en se conformant aux indications fournies par une longue et solide expérience de ce genre de travaux.

Appareils d'utilisation. — Les appareils d'utilisation consistent en des appareils d'éclairage et environ 57 moteurs de diverses puissances.

Éclairage. — L'éclairage est assuré par 107 lampes à arc de 6,10 et 15 ampères et 2000 lampes à incandescence de 16 bougies. L'intensité totale maxima nécessitée par l'éclairage ne dépasse pas 750 ampères. Nous signalerons en particulier que le plus grand nombre des lampes sont mobiles et peuvent être déplacées très facilement à l'aide de contacts, de câbles souples et d'appareillages spéciaux. Des supports permettent d'approcher les lampes à arc jusque sur les navires sur le désir du capitaine. En un mot, toutes les plus grandes facilités sont prises pour l'utilisation de l'éclairage électrique.

Force motrice. — Les applications mécaniques de l'énergie électrique sont les plus nombreuses. Nous rencontrons principalement des monte-charges, des élévateurs, des appareils à déchargement et des grues.

Dans le magasin de déchargement se trouvent tout d'abord 6 élévateurs à augets, mis en mouvement par un moteur électrique de 15 chevaux. Ces élévateurs peuvent fonctionner jour et nuit.

Des monte-charges spéciaux sont installés pour monter les grains des caves à la partie supérieure des magasins. Ces monte-charges sont actionnés par 2 moteurs électriques de 12 chevaux. La figure 4 nous fait voir les moteurs électriques et les principales dispositions adoptées. Toutes les précautions de sûreté ont été prises comme pour les ascenseurs de personnes. La commande est obtenue au moyen d'engrenages étudiés pour cette application. Ces monte-charges peuvent déplacer un poids de 1000 kg à la vitesse de 0,5 m par seconde. Il faut encore ajouter à cela 2 moteurs de 15 chevaux servant à actionner dans les caves des transports par chaînes. Les divers moteurs peuvent être installés à la partie supérieure des magasins de déchargement. La figure 5 nous montre la salle dans laquelle sont installés 6 moteurs pour élévateurs. On aperçoit au premier plan à gauche le moteur commandant par courroie l'élévateur; les autres moteurs sont placés dans le prolongement. A droite, contre le mur, sont fixés les rhéostats de réglage et de démarrage. Dans la même salle un autre moteur actionne un ventilateur qui permet d'aspirer la poussière soulevée par les grains. Un moteur de 18 chevaux met en marche également une machine à nettoyer les grains.

Sur le quai ouest de la digue centrale, le long des magasins, près de la voie ferrée, sont 2 grues électriques à portail, semblables comme construction à celles qui sont utilisées à Hambourg. Un moteur électrique de 4,5 chevaux sert au déplacement et un moteur de 20 chevaux au levage. Les transmissions sont faites par engrenages. Ces grues ont un bras mobile de 10,28 m, de telle sorte qu'elles peuvent facilement atteindre le pont d'un navire. Elles peuvent soulever un poids de 1500 kg à la vitesse de 0,6 m par seconde et en se déplaçant à la vitesse de 1,5 m par seconde. Les procédés actuels permettent de décharger 2800 tonnes en 31 heures avec une dépense de 700 kw-h; ce déchargement aurait nécessité autrefois 8 à 10 jours.

En dehors des monte-charges, dont nous avons parlé plus haut, nous trouvons également des ascenseurs spéciaux pour personnes et ballots, semblables à ceux que la Société *Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft* emploie dans ses installations. La figure 6 nous montre les dispositions adoptées. Un moteur électrique actionne directement une vis tangente qui vient manœuvrer le tambour du treuil. Le moteur électrique a une puissance de 12 chevaux. Cet ascenseur soulève une charge de 1500 kg à la vitesse de 0,4 m par seconde. Dans le magasin des chargements 2 ascenseurs semblables sont installés. Dans les hangars longitudinaux, il y a également 2 ascenseurs du même modèle, mais de 6,5 chevaux seulement.

Enfin nous signalerons sur le quai, sur une longueur de 270 m, l'installation de 5 grues roulantes montées sur portail à angle. La figure 7 nous donne une vue de ces grues installées le long des quais.

Les 57 moteurs électriques utilisés se répartissent de la façon suivante : 7 pour ventilateurs de diverses puissances, 2 pour pompes, 11 pour ascenseurs divers, 8 monte-charges, 7 grues de deux modèles différents à 2 moteurs chacune, 10 moteurs pour élévateurs et 5 moteurs pour usages variés.

Telles sont en résumé les principales installations électriques du port de Copenhague. Elles nous montrent les immenses avantages que peut procurer l'énergie électrique pour la mise en marche et la commande de l'outillage compliqué que nécessitent aujourd'hui les ports de commerce.

J. Laffargue.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 16 décembre 1895.

Mesure de la force agissant sur un diélectrique non électrisé, placé dans un champ électrique. — Note de M. H. Pellat, présentée par M. A. Potier (*Extrait*). — Dans ma Note des *Comptes rendus* du 22 octobre 1894 et dans le Mémoire qui a paru aux *Annales de physique et de chimie* en mai 1895, j'ai montré comment on pouvait, sans faire d'hypothèses, déduire des expériences classiques de l'électrostatique l'existence de forces agissant sur un diélectrique non électrisé, placé dans un champ électrique, et obtenir l'expression générale de ces forces.

Comme celles-ci sont toujours normales à la surface des diélectriques, elles se trouvent perpendiculaires aux lignes de force quand ces lignes sont tangentes à la surface. J'ai voulu vérifier par expérience qu'il en était bien ainsi, et voir si leur valeur était exactement représentée par les relations établies. Pour cela, j'ai employé le dispositif suivant :

Une lame d'un diélectrique homogène D (fig. 1), ayant 2 cm d'épaisseur environ, est suspendue verticalement par des fils de soie sous le plateau P d'une balance, entre les armatures planes et verticales A et B d'un condensateur; les larges faces verticales de la lame D sont rendues parallèles aux armatures; sa base inférieure est placée à peu près à mi-hauteur de celle-ci, tandis que sa base supérieure est à une distance assez grande du condensateur pour que le champ y soit négligeable;

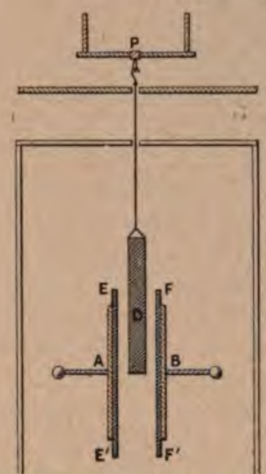


Fig. 1. — Mesure de la force exercée sur un diélectrique.

enfin, les armatures débordent largement la lame diélectrique dans le sens horizontal. Des plaques minces (0,5 cm environ) en ébonite, EE' et FF', recouvrent, en les débordant, les faces internes des armatures : elles servent à empêcher l'électrisation de la lame D par aigrettes.

Dans les expériences définitives, le condensateur a été chargé en mettant ses armatures en relation, par un commutateur isolé à la paraffine, avec les pôles d'une bobine de Ruhmkorff sans trembleur, actionnée par le courant d'un alternateur donnant environ 150 périodes à la seconde.

Les forces étant partout normales à la surface de la lame, il n'y a que les forces agissant sur la base inférieure qui donnent une composante verticale (elles se trouvent à peu près perpendiculaires aux lignes de force); elles sont du reste dirigées de haut en bas, puisqu'un diélectrique solide a un pouvoir inducteur spécifique supérieur à celui de l'air.

La tare étant faite, quand par le jeu du commutateur on établit la différence de potentiel, on voit, en effet, la lame s'enfoncer entre les armatures; en mettant des poids dans le second plateau de la balance, on peut faire équilibre à la force électrique.

Dans le cas où la lame D et les armatures ont une largeur infinie, la méthode indiquée dans la note précitée conduit, pour la masse M dont le poids (Mg) fait équilibre à la force électrique qui s'exerce par unité de longueur de la lame D, comptée dans le sens de la largeur, à la relation suivante, qui est rigoureuse :

$$M = \frac{c(K-1)V^2}{8\pi K g\left[e-\varepsilon\left(1-\frac{1}{K'}\right)-c\left(1-\frac{1}{K}\right)\right]\left[e-\varepsilon\left(1-\frac{1}{K'}\right)\right]},$$

c épaisseur de la lame D;
e distance des armatures;
ε somme des épaisseurs des plaques d'ébonite EE' et FF';
g intensité de la pesanteur;
K pouvoir inducteur spécifique de la lame D;
K' pouvoir inducteur spécifique des plaques EE' et FF';
V^2 carré moyen du potentiel $\left(=\frac{1}{T}\int_0^T v^2 dt\right)$.

Pour voir si cette formule est d'accord avec l'expérience, toutes les quantités qui y figurent ont été mesurées *indépendamment les unes des autres*.

Les lames D étudiées étaient en ébonite de belle qualité. Au moyen de l'appareil que j'ai décrit dans ma Note des *Comptes rendus* du 8 avril 1895, j'ai mesuré le pouvoir inducteur spécifique de l'ébonite K ($=2,98$) sur un morceau taillé dans le même bloc que les lames D. La quantité V^2 était donnée par un électromètre de MM. Bichat et Blondlot.

Pour avoir M, on ne peut opérer que sur des lames de largeur finie; il faut donc éliminer les perturbations dues aux bords. Pour cela, j'ai employé trois lames d'ébonite de même épaisseur, taillées dans le même morceau, ayant respectivement comme largeur 10,02, 6 et 3,94 cm. Désignons par P'_1, P'_2, P'_3 les masses dont le poids ferait équilibre à la force électrique agissant successivement sur ces trois lames, si le carré moyen du potentiel avait la même valeur, et qui sont déduites par un calcul de proportion de masses trouvées P_1, P_2, P_3 et de la valeur observée pour V^2; on élimine la force additionnelle due à l'effet des bords, la même pour les trois lames, en formant les différences $P'_1-P'_2$ ou $P'_1-P'_3$; par conséquent en divisant ces différences par les différences respectives des largeurs des lames, on obtient M.

J'ai fait trois séries d'expériences, dans lesquelles les distances des armatures étaient respectivement 4,13, 3,48 et 3,51 cm (suivent les résultats).

Les différences entre les nombres calculés et observés rentrent complètement dans les erreurs d'expérience (les pesées étaient faites à 1/2 milligramme près et les mesures de longueur à 1/10 de millimètre près).

Ainsi, non seulement ces forces, presque complètement négligé[illegible]squ'ici au point de vue expérimental (1), existent [illegible], mais encore elles sont parfaitement [illegible] les relations que j'ai établies *a pri*[illegible]

(1) [illegible] Boltzmann a mesuré l'attract[illegible] une sphère diélectrique [illegible]ariation de pression [illegible] condensateur [illegible]naissance, les [illegible]iens d'étudier [illegible]

Séance publique annuelle du 23 décembre 1895.

Cette réunion annuelle est consacrée à la distribution des prix décernés par l'Académie. Nous reproduisons ici les rapports relatifs aux récompenses qui présentent un intérêt spécial pour les électriciens.

PRIX DÉCERNÉS

MÉCANIQUE

Prix extraordinaire de six mille francs. — (Commissaires : MM. de Bussy, Guyou, de Jonquières, Sarrau, Bouquet de la Grye). — *Rapport sur les travaux de* M. Mottez, *lieutenant de vaisseau, par* M. Guyou. — La force magnétique qui produit, sur les compas des navires, la partie semi-circulaire de la déviation est formée par la superposition de deux forces dont l'une est due au magnétisme dit *permanent* de la coque, l'autre à l'induction de la composante verticale du champ terrestre. La séparation de ces deux forces, nécessaire à la compensation d'un compas, ne peut être réalisée que lorsque le bâtiment s'est déplacé en latitude magnétique d'une quantité suffisante. Cette séparation est facile, si l'on admet que l'aimantation du navire reste constante, ainsi que le coefficient qui représente l'influence de l'induction verticale, car la valeur totale de la force est alors composée d'une quantité constante et d'une quantité proportionnelle à la composante verticale du champ terrestre.

Lorsque l'on appliquait ces résultats de la théorie aux observations faites à bord d'un navire dans le cours d'une campagne, il arrivait fréquemment que les valeurs des deux constantes déduites de différents groupes d'observations étaient très différentes. C'est le cas dans lequel s'est trouvé M. Mottez, chargé des compas sur le croiseur le *Dubourdieu*, dans une campagne du Pacifique (1891-1893).

Ces désaccords entre la théorie et l'observation étaient généralement attribués à l'instabilité des deux paramètres que la théorie suppose constants. Les officiers qui les rencontraient renonçaient à une étude qu'ils jugeaient dès lors sans intérêt. M. Mottez, au contraire, en entreprit l'analyse.

Les déplacements en latitude magnétique, grands et nombreux à la fois, d'une campagne dans le Pacifique, étaient particulièrement propices à ses recherches, et le commandant du croiseur, M. le capitaine de vaisseau Besson, était tout disposé à lui faciliter la détermination des données particulièrement précises dont il avait besoin, en l'autorisant à faire tourner le navire toutes les fois qu'il le jugerait utile.

Grâce à ces circonstances favorables, M. Mottez est parvenu à montrer, à l'aide d'observations nombreuses, faites sur les principaux compas du bord, que les désaccords constatés devaient être exclusivement attribués à l'instabilité du magnétisme dit permanent, et que les coefficients de l'induction verticale étaient, au contraire, d'une stabilité aussi remarquable que ceux de l'induction horizontale. La connaissance de cette propriété lui a permis ensuite de conduire ses compas pour le reste de la campagne avec une précision remarquable.

Le Mémoire de M. Mottez, intitulé *Étude des compas du croiseur le « Dubourdieu »*, offre un double intérêt.

Au point de vue scientifique, il établit une propriété qui pouvait être soupçonnée, mais qui n'avait pas encore été vérifiée par des observations précises; de plus, en indiquant la méthode à suivre pour dégager la partie réellement constante des coefficients de la déviation semi-circulaire, il facilitera l'étude des variations du magnétisme dit permanent de la coque.

Au point de vue pratique, c'est le meilleur guide que puisse suivre un officier de marine pour la conduite des compas d'un navire en cours de campagne.

Pour ces raisons, votre Commission vous propose d'attribuer à son auteur un prix de *deux mille cinq cents francs* sur les fonds alloués par le Ministère de la Marine.

Prix Montyon. — (Commissaires : MM. Boussinesq, Resal, Sarrau, Léauté; Maurice Lévy, rapporteur). — La Commission décerne cette année le prix de Mécanique de la fondation Montyon à M. Galliot, ingénieur des Ponts et Chaussées à Dijon, pour le *Touage électrique des bateaux* qu'il a installé au bief de partage du canal de Bourgogne, sur une longueur d'environ 6 km.

Ce n'est pas par le côté électrique surtout que ce travail est remarquable. Les dispositions adoptées sont, à ce point de vue, pareilles à celles bien connues aujourd'hui, usitées dans les tramways électriques à fils aériens.

Mais ce qui a attiré l'attention de la Commission, c'est le fait que la force nécessaire à la traction des bateaux a été, à cette occasion et pour la première fois, empruntée aux chutes des deux écluses terminales du bief de partage.

On s'est souvent demandé pourquoi on n'utilise pas partout les chutes des écluses à la traction des bateaux qui circulent sur les canaux. Cela tient à ce que, dans beaucoup de cas, on n'y trouverait pas avantage.

L'eau d'alimentation d'un canal comprend, en effet, deux parts bien distinctes :

1° Celle qui sert à écluser les bateaux; elle ne peut guère être utilisée mécaniquement sans provoquer dans l'éclusage des retards inacceptables;

2° Celle qui sert à remplacer les pertes par évaporation et surtout par infiltration. Celle-ci seule peut être utilisée dans une mesure plus ou moins large. Si elle est en faible quantité, ce qui a lieu sur les canaux très étanches, il n'y a pas avantage à l'utiliser, les dépenses à faire n'étant pas compensées par les avantages obtenus. Ce n'est donc que sur les canaux traversant des terrains très perméables, auxquels il faut, par conséquent, fournir beaucoup d'eau pour réparer les pertes par infiltration, qu'il y a intérêt à utiliser l'énergie de l'eau fournie.

A ce point de vue, le canal de Bourgogne se trouve dans des conditions particulièrement favorables. Son trafic est faible et ses pertes sont énormes, de sorte que la

presque totalité de l'eau amenée au bief de partage peut être utilisée.

C'est cette situation que M. Galliot a très bien aperçue et analysée, et c'est elle qu'avec beaucoup de clairvoyance et d'habileté il a mise à profit pour se procurer très économiquement, et par un moyen qui n'avait pas été employé avant lui, la force motrice nécessaire à la traction des bateaux dans le bief de partage de ce canal.

Au lieu de dépenser en pure perte l'eau d'alimentation en l'envoyant aux deux versants du canal, par les deux écluses terminales du bief de partage, il les reçoit, près de chacune de ces deux écluses, sur une turbine à l'aide d'un conduit latéral au canal, et les restitue à celui-ci à la troisième écluse de chaque versant, de sorte qu'il utilise, sur chaque versant, les effluves réunies des deux premières écluses, ce qui lui suffit et ne nuit en rien à l'alimentation. Il ne laisse passer par les écluses que le très faible volume d'eau nécessaire à l'alimentation des deux premiers biefs et, bien entendu, l'eau nécessaire à l'éclusage des bateaux.

L'énergie mécanique une fois obtenue par les dispositions que nous venons d'indiquer, l'état actuel de la Science fournissait trois moyens de l'employer à la traction des bateaux dans le bief de partage :

1° L'électricité;

2° L'air comprimé;

3° Le halage funiculaire ou par câble sans fin.

Ce dernier moyen devait ici tout d'abord être écarté. L'un de nous a fait connaître que ce moyen, au moins tel qu'il a pu être réalisé jusqu'ici, n'est économique que pour les canaux à gros trafic, et ce n'est pas le cas du canal de Bourgogne. Cette considération, si l'auteur du projet y avait eu recours, l'eût dispensé d'une laborieuse et inutile discussion.

M. Galliot a reconnu ensuite, ce qui était aussi à peu près évident, *a priori*, que l'air comprimé coûterait beaucoup plus cher que l'électricité. C'est donc à ce dernier agent qu'il s'est arrêté. Les deux turbines placées aux extrémités du bief de partage font mouvoir chacune une dynamo-génératrice. Ces deux dynamos fournissent le courant à une ligne aérienne où le toueur le puise à l'aide d'un trolley, pour actionner l'hélice qui lui sert de propulseur.

Le système fonctionne depuis deux ans, sans aucun incident. Il a donc reçu la consécration de l'expérience. C'est pourquoi votre Commission, à l'unanimité, décerne le prix de Mécanique à l'habile ingénieur qu'il l'a conçu et exécuté.

PHYSIQUE

Prix L. Lacaze. — (Commissaires : MM. Berthelot, Bertrand, Cailletet et les membres de la section de physique ; Lippmann, rapporteur). — M. Edmond Bouty, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, est l'auteur de nombreuses et intéressantes recherches de physique, portant principalement sur le *Magnétisme* et l'*Électricité*.

Le premier travail de M. Bouty, présenté comme thèse, a pour objet le problème si compliqué de la distribution magnétique.

L'auteur a réalisé des cas de distribution simples et facilement utilisables : le cas du barreau brachypolaire, c'est-à-dire assez court pour que la distribution y soit linéaire, et se comportant comme un élément magnétique; le cas du barreau infiniment long portant des charges magnétiques indépendantes de la longueur du barreau.

Le phénomène singulier et jusqu'alors inexpliqué de l'*électrostriction* a également occupé M. Bouty. Un dépôt métallique, déposé électriquement sur un support conducteur, se moule sur une surface avec une extrême délicatesse. Néanmoins, si on le détache, on constate qu'il n'a pas la même dimension que son support; il est, en général, plus petit, quelquefois plus grand; il s'est déposé, en réalité, à l'état de dilatation ou de contraction forcée. C'est ainsi que si l'on cuivre galvanoplastiquement un réservoir de thermomètre, on constate un déplacement considérable et permanent du zéro, dû à une forte compression ou à une dilatation forcée du réservoir, correspondant à une pression d'un grand nombre d'atmosphères : c'est l'électrostriction. M. Bouty a donné l'explication : chaque couche métallique infiniment mince déposée par le courant est, au moment de sa formation, à une température différente de celle du milieu. Le dépôt formé se trouve ainsi, dans le cas de la contraction, avoir été pour ainsi dire serti à chaud.

Cette variation de température est due à l'effet Peltier, que l'auteur a mis en évidence expérimentalement, malgré la difficulté d'opérer au sein d'une masse liquide refroidissante.

Dans un de ses travaux plus récents, M. Bouty a étudié les condensateurs à diélectriques complexes, et montré l'influence d'une couche d'air laissée entre les armatures métalliques et la lame isolante solide intercalée. Cette influence est considérable, si, dans un condensateur à mica, on supprime la couche d'air en argentant les faces du mica, on double la capacité : c'est ainsi que sont construits les derniers condensateurs de la maison Carpentier.

M. Bouty a abordé avec succès la mesure de la résistance des sels fondus, continuée depuis par M. Lucien Poincaré. Votre Commission a pensé que les beaux travaux de M. Bouty méritaient le prix Lacaze pour 1895.

Prix Gaston Planté. — (Commissaires : MM. Cornu, Lippmann, Becquerel, Fizeau; Mascart, rapporteur.) — *Piézo-électricité*. — L'étude des modifications que la structure cristalline introduit dans les propriétés physiques présente un intérêt capital au point de vue de la constitution des milieux; il suffit, comme exemples, de rappeler les travaux de Pasteur sur la polarisation rotatoire, de M. Fizeau sur les dilatations thermiques, de Mallard sur les changements de forme de la boracite.

On sait aussi depuis longtemps que les baguettes de

tourmaline s'électrisent quand on les soumet à des variations de température, l'une des extrémités devenant positive et l'autre négative. La liste des corps pyro-électriques est aujourd'hui assez étendue; dans tous les cas, le phénomène est en relation avec une dissymétrie particulière du système cristallin.

On doit à MM. J. et P. Curie, dans le même ordre d'idées, une découverte importante.

Un cristal de tourmaline, comprimé suivant la direction de l'axe, s'électrise comme il le ferait par un abaissement de température; le résultat est de même nature si la compression est perpendiculaire à l'axe.

Cette propriété nouvelle a reçu le nom de *piézo-électricité*. On la retrouve chez toutes les substances reconnues déjà pyroélectriques, mais elle est plus générale et MM. Curie l'ont rattachée d'une manière très ingénieuse aux conditions de symétrie des édifices cristallins comparées avec la symétrie que présente le champ électrique lui-même.

Certains cristaux, comme la tourmaline, la calamine, la topaze, n'ont qu'un axe de piézo-électricité; le quartz possède trois axes analogues, correspondant à la symétrie ternaire; on trouve quatre axes différents dans la blende et la boracite.

Notre confrère M. Lippmann, en s'appuyant sur le principe de la conservation de l'électricité, avait prévu qu'il doit exister un phénomène inverse et qu'un cristal piézo-électrique doit éprouver un changement de forme, de grandeur déterminée, quand on l'électrise par une source extérieure. MM. Curie n'ont pas tardé à vérifier cette conséquence sur le quartz, jusqu'aux valeurs numériques, en faisant usage des appareils les plus délicats pour mettre en évidence la dilatation du cristal.

La combinaison de deux lames de quartz, taillées dans des directions convenables, leur a même permis de construire un électromètre, sur le principe des thermomètres métalliques à dilatation différentielle.

MM. Curie ont publié encore, soit en collaboration, soit séparément, un grand nombre d'autres travaux sur la Cristallographie, l'Électricité et le Magnétisme, parmi lesquels nous signalerons surtout une étude remarquable de la symétrie dans les systèmes physiques.

La Commission a pensé qu'elle devait mettre hors de pair la découverte si féconde des phénomènes piézo-électriques. C'est à ce titre qu'elle s'est trouvée unanime pour décerner le prix Planté à MM. Jacques et Pierre Curie.

Prix Kastner-Boursault. — (Commissaires : MM. Mascart, Cornu, Deprez, Becquerel; Lippmann, rapporteur). — Le prix Kastner-Boursault est destiné à récompenser une application de l'électricité. Votre Commission a l'honneur de vous proposer de l'attribuer à M. Baudot, ingénieur des Télégraphes, inventeur d'un système de *Télégraphe imprimeur multiple* très ingénieux, et aujourd'hui répandu sur toutes les grandes lignes du réseau français.

Dans le système Baudot, au départ, on voit un petit clavier à cinq touches : le manipulateur. En enfonçant simultanément une ou plusieurs touches, l'employé produit à volonté jusqu'à 32 combinaisons distinctes, qui correspondent, suivant un code conventionnel, aux lettres de l'alphabet et aux autres signes nécessaires à la Télégraphie. A l'arrivée, on voit une roue des types, portant en relief ces 32 signes en caractères ordinaires d'imprimerie, et les imprimant au fur et à mesure de leur émission. Les organes intermédiaires sont disposés comme il suit. Au départ, un bras tournant, communiquant avec le fil de ligne, vient toucher cinq plots qui correspondent avec les touches du manipulateur : il en résulte sur la ligne des émissions de courant espacées dans le temps comme les touches déprimées le sont en longueur sur le clavier du manipulateur. A l'arrivée, un second appareil à bras tournant, synchrone du premier, distribue les courants électriques à cinq organes, à cinq leviers dont les mouvements reproduisent ainsi à distance ceux des cinq touches du manipulateur.

Un signal conventionnel ainsi transmis, il reste à le réduire en langage courant par l'impression d'un des caractères d'imprimerie fixés sur la roue des types. C'est l'office d'un appareil mécanique *traducteur*, dont on ne peut rappeler ici que le principe.

Si l'on imagine un réseau de voies ferrées munies d'un système de cinq aiguilles, dont on peut combiner diversement les mouvements, on voit qu'on peut, suivant la combinaison adoptée, diriger à volonté un train qu'on attend, suivant 32 directions différentes. Dans le traducteur de M. Baudot, les cinq leviers mentionnés plus haut, ont la forme et la fonction des cinq aiguilles de chemin de fer. Une fois déviées, ces petites aiguilles attendent le passage d'une pièce tournante, qui a un mouvement continuel de rotation et qui est dirigée comme le train par le jeu d'aiguilles, de telle façon que l'un des 32 caractères de la roue des types soit mis en œuvre pour l'impression.

Dans le système de M. Baudot, l'émission, la réception et la traduction des signaux sont livrés à des appareils mécaniques qui tournent à vitesse constante. On n'a donc pas à craindre que la précipitation d'un employé n'envoie, sur une longue ligne, des courants trop rapprochés, dont l'action à l'arrivée cesserait d'être distincte. En outre, ce système se prête simplement à la télégraphie multiple. Les quatre quarts d'une même circonférence, parcourue par le bras tournant, desservent, au départ, quatre manipulateurs distincts; autant de récepteurs imprimants à l'arrivée : la ligne, dans ce cas, fonctionne en quadruple; c'est-à-dire qu'un seul fil dessert quatre couples d'appareils à la fois.

PRIX A DÉCERNER EN 1896

L'étendue des rapports nous oblige à remettre la liste des prix à décerner au prochain numéro.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 4 décembre 1895.

Voici la Note présentée par M. Maurain comme complément à celle de M. Mascart, et dont nous n'avons pu donner l'analyse dans notre numéro du 10 décembre dernier :

Sur la fusion des fils métalliques au moyen de courants continus ou par la décharge d'une batterie, par M. Maurain. — La production de gouttelettes à la surface des fils incomplètement fondus par la décharge d'une batterie est généralement considérée comme due à la localisation du courant à la surface du fil, cette localisation étant la conséquence du caractère oscillatoire de la décharge. Cependant, j'ai obtenu les phénomènes en amenant les fils à leur point de fusion au moyen d'un courant continu; suivant l'intensité du courant, comme suivant l'intensité de la charge de la batterie, les gouttelettes sont plus ou moins bien formées : pourtant on n'a plus alors affaire à un courant oscillant; les apparences sont les mêmes lorsqu'on place dans le circuit une résistance qui a varié jusqu'à 6 ohms, et dont la self-induction était assez forte, la résistance employée étant un rhéostat à spirales de fer; on n'a rien changé non plus au résultat en employant, comme résistances, des charbons placés en ligne droite, et par suite de très faible self-induction.

Une cause importante de la formation des gouttelettes m'a semblé provenir de phénomènes capillaires se produisant pendant la fusion; les figures d'équilibre obtenues par Plateau, avec un liquide en suspension dans un autre liquide de même densité, présentent des formes analogues, et Plateau fait déjà remarquer que, lorsqu'on produit la fusion complète d'un fil par la décharge d'une batterie ou le passage d'un courant, on doit attribuer à la capillarité la forme sphérique que prennent les globules d'oxyde; l'analogie existe également pour une fusion incomplète, et les fils que j'ai obtenus ressemblent à certaines figures d'équilibre obtenues par Plateau et dont les méridiennes sont des courbes appelées par lui *onduloïdes;* ces formes d'équilibre présentent des renflements en ligne droite, reliés les uns aux autres par des gorges de rayon plus ou moins grand, et ont deux limites de stabilité qui sont d'une part un cylindre et d'autre part une série de sphères.

Il est d'ailleurs assez difficile de savoir si les formes obtenues dans la fusion des fils sont des formes d'équilibre ou des formes instables, arrêtées dans leur transformation par la solidification.

En opérant avec des fils de différents diamètres, le produit du nombre des globules par centimètre et du diamètre du fil ne varie que dans des limites restreintes. Voici les résultats obtenus :

Nature du fil.	Diamètre en mm.	Nombre par cm.	Produit.
Cuivre	0,092	17,5	0,159
Cuivre phosphoreux	0,145	10,2	0,148
Fer	0,16	8,6	0,138
Cuivre	0,25	7,3	0,182
Acier	0,282	4,3	0,164
Cuivre	0,4	4,5	0,18

Cette particularité semble favorable à l'hypothèse énoncée, car elle rappelle les résultats numériques trouvés par Plateau dans le cas de la résolution d'une veine liquide en gouttelettes.

Séance du 8 janvier 1896.

La date avancée de cette séance ne nous permet pas d'en rendre compte dans le présent numéro.

REVUE DE LA PRESSE

Sur la méthode à employer pour augmenter la sensibilité des galvanomètres Deprez. — M. le docteur Classen, préparateur au laboratoire de physique de Hambourg, cite les expériences suivantes, qu'il a faites sur un galvanomètre Deprez, construit par Edelmann à Munich. La bobine mobile était enroulée sur un cadre en ivoire, dont la longueur suivant l'axe de rotation était de 60 mm et dont la largeur était de 28 mm. La suspension se faisait au moyen d'une petite lame en bronze phosphoreux de 0,015 mm d'épaisseur et de 0,20 mm de largeur. La résistance à la torsion opposée par cette lame était presque égale à celle d'un fil d'argent de 0,05 mm de diamètre. Le circuit de cette bobine étant ouvert, les oscillations doubles duraient 18″, ces oscillations n'étant nullement amorties. L'échelle étant distante de 1 m, un courant de 10^{-9} ampère donnait une déviation de 1 division, la bobine ayant une résistance de 600 ohms (fil de cuivre de 0,1 mm de diamètre).

Les oscillations de la bobine ne sont pas amorties lorsque le circuit de cette dernière est ouvert, tandis que quand on le ferme, les courants induits qui prennent naissance dans les spires amortissent tellement les oscillations que la bobine ne se meut que très lentement dans le champ magnétique pour atteindre, après plus d'une minute, une déviation d'une centaine de divisions. On voit donc par là qu'un instrument pareil ayant une aussi grande sensibilité, ne peut être employé que pour des mesures balistiques.

Si l'on ferme la bobine sur [illegible] de 6000 ohms, les courants induits lo[illegible] sont seulement assez forts pour cau[illegible] apériodique des oscillations. En [illegible]sistance en dérivation, on réduit, [illegible]lité de

l'instrument d'environ 10 pour 100, mais alors on peut s'en servir pour toutes les mesures dans lesquelles le circuit extérieur comporte une résistance d'au moins 6000 ohms, et en particulier pour des mesures d'isolement.

Ce qui précède suffit cependant pour nous permettre de calculer les modifications que l'on doit apporter dans la construction d'un appareil donné afin de pouvoir s'en servir pour tous les cas, et pour qu'il garde une aussi grande sensibilité, en un mot, pour détruire toutes les difficultés provenant de l'amortissement des oscillations.

Appelons d le diamètre horizontal de la bobine, J son moment d'inertie, D le moment de torsion de la lame de suspension, t la durée d'oscillation de la bobine, H l'intensité du champ magnétique et p le moment amortissant provenant de l'induction dans les spires. Ceci pour un instrument donné et les mêmes lettres avec indice pour les dimensions de l'appareil modifié. Nous avons tout d'abord, d'après la loi d'oscillation d'un système :

$$t^2 = \frac{J}{D},$$

et comme il se produit un amortissement apériodique lorsque le moment amortissant est égal à $2\sqrt{JD}$, et que l'induction dans la bobine du premier appareil mise en court-circuit était 10 fois trop grande pour produire un amortissement apériodique, on doit poser :

$$p = 20\sqrt{JD}.$$

Modifions maintenant les dimensions de la bobine et de l'instrument, mais en gardant la même sensibilité et la même durée d'oscillation. On pourra faire $d' = nd$, on aura d'une façon très approximative $J' = n^2J$, et pour que $t' = t$, il faudra que $D' = n^2D$. Afin de conserver la même sensibilité, le moment de torsion magnétique doit alors être n^2 fois plus grand que précédemment, mais comme la force est appliquée cette fois sur un bras de levier n fois plus grand, il suffira que $H' = nH$. Nous pouvons encore exiger que l'amortissement apériodique se produise seulement lorsque la bobine est mise en court-circuit. Comme le diamètre de la bobine est devenu n fois plus grand, la vitesse linéaire avec laquelle les spires se meuvent dans le champ est aussi devenue n fois plus grande, pour une même durée d'oscillation, et, puisque l'intensité du champ est n fois plus considérable, les courants induits auront augmenté avec le carré de n; la force amortissante augmentera donc avec n^3, et enfin le moment amortissant devient $p' = n^4p$. Nous avions précédemment :

$$p = 20\sqrt{JD};$$

en remplaçant ces quantités par leurs valeurs dans le nouvel instrument, il vient :

$$\frac{p'}{n^4} = 20\sqrt{\frac{J'}{n^2}\frac{D'}{n^2}}$$

ou

$$p' = 20\,n^2\sqrt{J'D'};$$

pour obtenir enfin un amortissement apériodique, la bobine étant en court-circuit, il faudra faire :

$$10\,n^2 = 1 \quad \text{ou} \quad n = \sqrt{\frac{1}{10}}.$$

Dans ce qui précède, nous avons posé :

$$J' = n^2J;$$

en réalité, J' est un peu plus petit, et la valeur de n un peu trop forte. Mais comme il serait désirable de choisir l'amortissement produit par les spires, un peu plus petit, et d'enrouler, par suite, la bobine sur un cadre en cuivre ou de l'entourer d'une chemise en même métal, afin d'avoir un certain amortissement lorsque la bobine est en circuit ouvert, il faudra toujours prendre pour n une valeur plus petite que 0,25. Le moment de torsion du fil de suspension ne dépassera donc pas le 16e de celui du premier appareil. Le moment de torsion décroît avec la 4e puissance de son diamètre, ce qui indique qu'un fil d'argent de 0,025 mm de diamètre suffirait dans notre cas. Hallwachs utilise pour son électromètre un fil de platine de 0,025 mm que lui fournit Heracus à Harnau; un fil analogue nous semble pouvoir être appliqué au galvanomètre Deprez.

Les résultats les plus importants que l'on peut tirer de ces considérations sont les suivants :

Pour augmenter la sensibilité des galvanomètres Deprez :

1° Il faut choisir le diamètre horizontal de la bobine aussi petit que possible;

2° Le champ magnétique ne doit pas être très puissant (donc pas d'électro-aimants); le fil de suspension doit être aussi mince que possible, ses dimensions seront données d'abord par sa force portative; il serait donc avantageux de se servir d'un fil en aluminium pour la bobine, car sa résistance plus grande devrait être compensée par un champ magnétique plus fort, puisque l'amortissement diminue précisément à mesure que la résistance augmente et qu'un champ plus intense peut être toléré. D'un autre côté, la résistance à la torsion opposée par la suspension, se trouvera limitée, parce qu'il ne sera plus possible d'amener le courant sans que le dispositif construit à cet effet influence cette résistance à la torsion.

3° L'auteur croit qu'on peut modifier et améliorer la construction du galvanomètre Deprez, de façon à le rendre aussi maniable et aussi sensible que les meilleurs galvanomètres astatiques à miroir du commerce.

4° Jusqu'à présent, ce but n'a pas été atteint, parce qu'on a employé constamment des champs magnétiques trop intenses, ce qui conduisait, pour éviter un trop grand amortissement, à recourir à des torsions exagérées, ce qui diminuait la sensibilité des appareils. C. B.

JURISPRUDENCE

TACITE RECONDUCTION

Tacite reconduction ! Voilà une expression, passée du droit romain dans notre langue juridique, que nous n'aimons guère à rencontrer dans les contrats. Remarquez qu'on ne la trouve qu'une seule fois dans le Code civil. L'article 1738, relatif au louage, dit ceci : « Si, à l'expiration des baux écrits, le preneur reste et est laissé en possession, il s'opère un nouveau bail dont l'effet est réglé par l'article relatif aux locations faites sans écrit », et l'article 1739 ajoute : « Lorsqu'il y a un congé signifié, le preneur, quoi qu'il ait continué sa jouissance, ne peut invoquer la *tacite reconduction.* » Rien de plus. Pourquoi, dès lors, appliquer mal à propos cette expression aux contrats autres que les baux. ?

Qu'est-ce donc que la tacite reconduction? On devrait dire, en raisonnant par analogie d'après l'article 1738, que c'est la substitution d'un nouveau contrat verbal à un contrat écrit ayant pris fin par suite de l'expiration de sa durée. Mais ce n'est pas de la sorte qu'on l'entend communément. Dans la plupart des cas, la tacite reconduction n'est autre chose qu'une clause par laquelle les parties contractantes stipulent que, à l'expiration de la durée du contrat, cette durée sera prorogée de plein droit pour une période égale, à défaut de préavis donné, dans un temps déterminé, avant la date de l'expiration. Il ne s'agit plus, on le voit, d'un nouveau contrat verbal faisant suite à un contrat écrit expiré, mais d'un nouveau contrat écrit faisant suite au premier et régi par les mêmes stipulations.

La jurisprudence n'a jamais fait difficulté de reconnaître que la clause de tacite raconduction était licite et obligatoire dans les polices d'assurances. On doit déduire qu'elle a ce même caractère dans les autres contrats du même genre.

Tels sont les principes généraux qu'il était peut-être opportun de rappeler pour arriver à la solution de diverses questions qui nous ont été soumises par un de nos abonnés du Midi. Voici le cas :

Une Compagnie d'éclairage électrique avait consenti un abonnement de cinq années. Dans la police, il avait été stipulé que, faute d'avis donné par la Compagnie ou lbonné trois mois avant l'expiration des cinq années, le contrat d'abonnement serait réputé renouvelé, *par tacite reconduction*, pour une nouvelle période quinquennale. L'abonné était commerçant. Il cède sa maison de commerce. A-t-il été fait allusion, dans la cession, à la police d'éclairage? On ne nous l'a pas dit. Nous supposons qu'il n'y en a pas été fait mention. Quoi qu'il en soit, quelques mois après sa prise de possession de la maison de commerce, l'acquéreur consulte la police : il voit qu'elle expire le *lendemain*. Que fait-il? Il avise la Compagnie de son intention de ne pas continuer l'abonnement de son prédécesseur. De là, ces trois questions qui nous sont posées : 1° La Compagnie est-elle tenue d'accepter la dénonciation du contrat par l'acquéreur? 2° Peut-elle se prévaloir à l'encontre de cet acquéreur de la clause de tacite reconduction? 3° Celui-ci est-il tenu des obligations imposées à son prédécesseur?

D'ordinaire, dans les polices, on indique que, en cas de cession d'établissement, l'abonné devra imposer à son successeur l'obligation de continuer la police et aviser la Compagnie de la cession. Si le successeur accepte de continuer la police et si la Compagnie est informée de son acceptation, pas de difficulté : l'acquéreur est substitué dans tous les droits et obligations de son prédécesseur. Si l'acquéreur n'accepte pas, la police est résiliée et l'abonné doit payer une indemnité à la Compagnie à raison de cette résiliation.

Dans notre espèce, l'abonné a cédé son fonds de commerce sans prévenir la Compagnie et le successeur n'a pris aucun engagement. Il n'existe donc aucun lien de droit entre la Compagnie et le successeur. Ce n'est pas avec lui qu'elle a contracté, c'est avec le prédécesseur : c'est à lui seul qu'elle peut et doit s'adresser; c'est à lui qu'elle peut opposer le renouvellement de l'abonnement pour une nouvelle période de cinq ans, renouvellement opéré par tacite reconduction à défaut de préavis de trois mois. Comment faire? nous dira-t-on : l'abonné n'occupe plus son établissement et son successeur ne veut plus être éclairé; on ne peut pas lui fournir du courant malgré lui. D'accord : mais, puisqu'il en est ainsi, il ne s'agit plus que de l'appréciation d'un contrat dont l'inexécution donne ouverture à une action en dommages-intérêts. Il est facile à la Compagnie d'établir les bénéfices qu'elle aurait réalisés si le contrat s'était continué jusqu'à l'expiration de la nouvelle période de cinq ans. Ces bénéfices, elle ne saurait en être privée par le fait de son abonné. Puisque aucune indemnité de résiliation n'a été fixée, croyons-nous, par le contrat d'abonnement, c'est aux tribunaux qu'il appartient d'en déterminer le montant.

Gustave Pinta,
Docteur en droit.

BIBLIOGRAPHIE

Jahrbuch der Elektrochemie, *Berichte über die Fortschritte des Jahres* 1894 (Annuaire d'électrochimie, Progrès réalisés en 1894), par Nernst et Borchers. — *Wilhelm Knapp*, éditeur, Halle a [illegible]5.

Si le développement multipl[illegible]ons de la science n'oblige pas encore le[illegible]e classe (tout en restant unis cependa[illegible] *altern*[illegible] *tistes*, électrochimistes, télég[illegible]s, e[illegible] les progrès incessamment [illegible]fère

branches motivent, s'ils ne nécessitent pas, des répertoires annuels permettant de se remémorer les travaux disséminés dans les périodiques. Cette condensation synthétique a été tentée chez nous, il y a déjà longtemps, sous forme de *L'Année électrique*, publiée pendant six ou sept ans. Malheureusement, cette intéressante publication, à laquelle il ne manquait que l'indication des sources où l'on pouvait puiser pour plus amples informations sur tel ou tel sujet, n'a pu continuer; le nombre des travailleurs scientifiques auxquels elle s'adressait est trop restreint. En Allemagne où, pour des raisons d'ordre psychologique ou économique dans lesquelles nous n'avons pas à entrer ici, il se publie en un mois plus de livres, et des ouvrages spéciaux, que nous n'en produisons en un an, il n'en va pas de même; et, là où nous n'osons pas entreprendre une synthèse générale des nouveautés de l'année, on n'hésite pas à tenter la même épreuve pour une spécialité telle que l'électrochimie. Il est juste d'ajouter qu'elle est actuellement en plein développement, la traction électrique et elle défrayant aujourd'hui presque exclusivement les journaux de toutes provenances.

Bref, cette nouvelle apparition, dont il n'est que temps de parler avant celle de 1896, constitue un volume de moyenne importance extérieure, divisé en deux parties nettement tranchées : l'*électrochimie scientifique* due au Dr Nernst et l'*electrochimie appliquée* du Dr Borchers.

Le résumé du Dr Nernst sur les récents progrès théoriques de la science à ce point de vue est remarquablement exposé, bien qu'il se réduise à un compte rendu des idées adoptées et développées par Ostwald, l'auteur et quelques autres professeurs, et basées sur la théorie des dissolutions, émise par van t'Hoff et Arrhenius, avec les phénomènes de diffusion, de pression osmotique et de dissociation qui en sont la conséquence. Cette section est d'ailleurs celle qui occupe le moins de place dans l'ouvrage.

Les applications en fournissent le plus fort appoint. Après une revue rapide des progrès réalisés dans les sources (elles-mêmes électrochimiques ou non) de l'énergie électrochimique, piles, dynamos, accumulateurs, etc., et des méthodes et appareils électrothermiques, les métalloïdes, les métaux légers (alcalins, alcalino-terreux et terreux) et les métaux lourds, ainsi que les grandes industries inorgano- ou organo-électrochimiques, y sont ensuite considérés.

Les observations de M. Borchers sur sa propre pile au charbon, qui a récemment excité tant d'intérêt, ne sauraient être taxées d'exagération. « Les expériences avec « les combustibles gazeux ont donné », dit-il, « de meilleurs résultats que le charbon. La solution de chlorure « de cuivre employée comme électrolyte ne subit pratiquement aucune modification. On n'a cependant pas « obtenu, avec l'appareil d'essai, des courants de grande « intensité, et, si l'appareil perfectionné ne donne pas « une f. é. m. plus élevée, le prix de l'installation en « grand sera trop coûteux. Il ne faut pas toutefois perdre « de vue que le procédé et les appareils sont encore « dans l'enfance, et, ainsi que je l'ai fait observer lors de « ma première communication, ils sont pleins d'encouragement pour la continuation des essais dans cette « voie ».

Sur un autre point tout à fait à l'ordre du jour, la fabrication électrique du carbure de calcium et, par suite, de l'acétylène, nous relevons cette appréciation de M. Borchers qui mérite d'être signalée et sur laquelle nous nous réservons de revenir prochainement. Après avoir critiqué les bases d'estimation du prix de revient de ce produit donné par M. Wilson, et notamment celle de l'énergie électrique nécessaire à la production d'une tonne, qu'il évalue à 5400 ou 5760 chevaux-heure électriques, au lieu de 2424 considérés comme suffisants par M. Wilson, il ajoute que, en raison des travaux antérieurs déjà publiés depuis 1862, aucun des prétendus nouveaux procédés n'est brevetable, pas plus celui de M. Wilson que celui de M. Moissan.

L'ensemble du livre est bien ordonné, orné de figures soignées et accompagné d'utiles index. Il ne peut qu'être consulté avec fruit par tous ceux qu'intéressent les industries connexes de l'électrochimie. E. B.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office ÉMILE BARRAULT, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

247727. — **Compagnie française Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux projecteurs* (28 mai 1895).

247726. — **Compagnie française Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux compteurs d'énergie électrique* (28 mai 1895).

247729. — **Delauy.** — *Perfectionnements dans les réchauffeurs électriques ou rhéostats* (28 mai 1895).

247743. — **Reed.** — *Perfectionnements aux appareils de chauffage électrique* (28 mai 1895).

247764. — **Ross.** — *Perfectionnements dans les lampes à arc* (29 mai 1895).

247690. — **Störmer.** — *Appareil propre à électrolyser les sels alcalins et autres avec le mercure comme cathode* (25 mai 1895).

225853. — **Société Siemens et Halske.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 22 novembre 1892, pour un appareil de manœuvre électrique des aiguilles de chemins de fer* (4 juin 1895).

247913. — **Pearson et Tait.** — *Méthode pour produire un courant d'électricité pendant les mouvements de rotation d'une roue de voiture ou de véhicules quelconques* (5 juin 1895).

247819. — **Lestienne.** — *Perfectionnements à l'appareil télégraphique de Hughes* (31 mai 1895).

247876. — **De Ricaris.** — *Téléphone portatif, dit : pochette téléphonique* (4 juin 1895).

247833. — **Boudreaux.** — *Nouveau balai pour machines génératrices ou réceptrices de courants électriques* (31 mai 1895).

247850. — **Eremine.** — *Perfectionnements apportés aux accumulateurs électriques* (1er juin 1895).

247898. — **Hitchcok.** — *Perfectionnements dans les appliques pour lampes électriques à incandescence* (4 juin 1895).

247890. — **Hitchcock.** — *Perfectionnements dans les appliques pour lampes électriques à incandescence* (4 juin 1895).

248015. — **Claret** et **Vuilleumier.** — *Nouveaux perfectionnements à la traction électrique par distributeurs automatiques, système Claret et Vuilleumier* (8 juin 1895).

248059. — **Société dite Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux freins électriques* (11 juin 1895).

240008. — **Jordis.** — *Procédé électrolytique pour précipiter les métaux et alliages métalliques* (8 juin 1895).

248020. — **Pelatan** et **Clerici.** — *Perfectionnements à l'extraction électrolytique des métaux précieux* (8 juin 1895).

248024. — **Zeidler.** — *Horloge électrique à signaux* (8 juin 1895).

248018. — **Mac Murdie** et **Daggett.** — *Perfectionnements aux phonographes* (8 juin 1895).

247792. — **Société G. Aboilard** et **Cie.** — *Nouveau système de bureau central téléphonique* (7 juin 1895).

248030. — **Danziger.** — *Procédé de fabrication d'électrodes durables* (8 juin 1895).

247966. — **Ferrais** et **Arno.** — *Perfectionnements des dispositions pour le démarrage des moteurs électriques dans les distributions à courants alternatifs* (7 juin 1895).

247990. — **Sicard** et **Falle.** — *Pile électrique à un seul liquide au chlorure de sodium ou de zinc ou de sulfate de zinc* (11 juin 1895).

248074. — **Randall** et **Shalleron.** — *Couverture de fils électriques* (11 juin 1895).

247996. — **Société Barbier** et **Benard.** — *Appareils électriques pour phares* (8 juin 1895).

248007. — **Zobel.** — *Lampe électrique à incandescence et à filaments de réserve* (8 juin 1895).

248044. — **Pellet.** — *Système perfectionné de lampe électrique à arc et à incandescence combinés* (10 juin 1895).

239184. — **Berthon.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 14 juin 1894, pour un compteur dit : Bar électrique* (13 juin 1895).

248197. — **Seelve** et **Burnham.** — *Perfectionnements aux porte-trolleys* (17 juin 1895).

248087. — **Scott.** — *Perfectionnements aux porte-voix pour transmetteurs téléphoniques* (11 juin 1895).

248205. — **Merrel** et **Duffek.** — *Télégraphe imprimeur* (17 juin 1895).

248076. — **Reichsritter von Léon.** — *Disposition pour rendre constants les éléments galvaniques* (11 juin 1895).

248166. — **Henneton.** — *Perfectionnements aux enroulements des induits de machines électriques* (18 juin 1895).

248180. — **Ageron** et **Maron.** — *Machine magnéto-dynamique et ses applications pour l'éclairage des véhicules, voitures, wagons*, etc. (15 juin 1895).

248185. — **Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz.** — *Perfectionnements dans les appareils de mesure d'électricité* (15 juin 1895).

248229. — **Ribbe.** — *Plaques d'électrode double pour accumulateurs* (18 juin 1895).

248195. — **Sheppard.** — *Lampe électrique perfectionnée* (17 juin 1895).

248199. — **Hegner.** — *Lampe électrique à arc* (17 juin 1895).

248209. — **Blackman.** — *Perfectionnements dans les décompositions électrolytiques et spécialement dans la production par l'électricité d'agents de blanchiment et leurs usages, et dans les électrodes et les appareils employés dans ce but* (17 juin 1895).

248225. — **Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz.** — *Système d'allumage des brûleurs à gaz à l'aide de l'étincelle électrique* (18 juin 1895).

248277. — **Société alsacienne de constructions mécaniques.** — *Perfectionnements aux systèmes de tramways électriques avec conducteurs souterrains* (19 juin 1895).

248415. — **Société dite The Weaver Jacquard** et **Electric Shuttle Company.** — *Mécanisme à navettes électriques pour métiers à tisser* (25 juin 1895).

236976. — **Skwirsky** et MM. **Erentschek.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 13 mars 1894, pour moteur à air électrique et hydro-atmosphérique* (18 juin 1895).

248341. — **D'Adhémar.** — *Perfectionnements aux commutateurs multiples* (22 juin 1895).

248376. — **Hyvert.** — *Système dit auto-jonction destiné principalement à relier automatiquement les grands réseaux du genre Morse* (Postes et Télégraphes) *aux grands réseaux du genre Breguet* (chemins de fer) (28 juin 1895).

243505. — **Hoffmann.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 1er décembre 1894, pour machine à écrire à distance dite Télescripteur* (14 juin 1895).

248269. — **Nieuwland.** — *Moteur polyphasé asynchrone* (18 juin 1895).

248387. — **Kugler.** — *Disposition pour fixer les fils électriques aux isolateurs* (24 juin 1895).

246495. — **Société Voigt** et **Haeffner.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 9 avril 1895, pour résistances électriques* (18 juin 1895).

248441. — **Brault** et **Jeantaud.** — *Nouvelles dispositions pour le réglage de la vitesse des véhicules électriques sur rails ou sur routes* (25 juin 1895).

248485. — **Müller.** — *Système de véhicule électromoteur apte à la fois à recevoir sa commande, soit d'un trolley, soit d'un accumulateur à volonté* (27 juin 1895).

248484. — **Müller.** — *Application d'un accumulateur auxiliaire dans les chemins de fer électriques* (27 juin 1895).

248551. — **Hansen** et **Frimand.** — *Avertisseur électrique et automatique d'incendie* (1er juillet 1895).

248477. — **Kosanke Fuhr** et **Krausse.** — *Appareil indiquant la durée et le nombre d'entretiens téléphoniques* (27 juin 1895).

248561. — **Muirhead.** — *Perfectionnements à la transmission de signaux par les câbles télégraphiques sous-marins* (1er juillet 1895).

248562. — **Taylor.** — *Perfectionnements aux transmetteurs pour télégraphes* (1er juillet 1895).

248482. — **Muller.** — *Pile secondaire* (1er juillet 1895).

248508. — **Meirowsky.** — *Nouveau produit à base de mica pour isolations électriques* (28 juin 1895).

248518. — **Société Sautter Harlé** et **Cie.** — *Dynamo polymorphe à courants alternatifs* (29 juin 1895).

248473. — **Verchère.** — *Perfectionnements dans les* … *électriques* (27 juin 1895).

241755. — **Société Lacarrière, Delatour** et **Cie** …
cat d'addition au brevet pris le 1er octobre 189 …
delier à gaz avec allumage par l'électricité (25 …

248496. — **Michaud.** — *Perfectionnements dans les procédés employés pour obtenir les clichés zinc ou galvanos pour les machines à imprimer rotatives* (27 juin 1895).

248591. — **Compagnie Française pour l'exploitation des Procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux isolateurs servant à sectionner les lignes aériennes pour tramways* (2 juillet 1895).

248593. — **Compagnie Française pour l'exploitation des Procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux freins électriques* (2 juillet 1895).

248699. — **Heibling.** — *Fabrication électrolytique du ferro-manganèse, ferro-chrome, ferro-aluminium, ferro-nickel et en général de tous les alliages à base de fer* (6 juillet 1895).

248671. — **Mazeron.** — *Distributeur électromécanique pouvant faire sonner l'heure à plusieurs endroits en même temps avec un seul mouvement* (6 juillet 1895).

248617. — **Arndt.** — *Appareil électrique pour enregistrer à distance les oscillations ou indications de l'aiguille des instruments de pesage et de mesurage, comme par exemple les balances à gaz, les dynamomètres de traction, les pyromètres,* etc. (2 juillet 1895).

248604. — **Freudenberg.** — *Perfectionnements dans les autocommutations téléphoniques permettant les communications téléphoniques entre les abonnés d'un réseau sans l'intermédiaire d'employés spéciaux* (2 juillet 1895).

248611. — **Stamm.** — *Tableau ou station électrique centrale pour système simplifié de fils conducteurs* (2 juillet 1895).

248651. — **Duquenoy.** — *Nouveau manipulateur pour le télégraphe Morse ou tous autres télégraphes à signaux* (5 juillet 1895).

248574. — **Compagnie des Docks** et **Entrepôts de Marseille.** — *Balance automatique à déclenchement électrique pour peser les substances en grains ou en poudre* (5 juillet 1895).

248592. — **Compagnie Française pour l'exploitation des Procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux transformateurs à courants alternatifs* (2 juillet 1895).

248624. — **Société Felten** et **Guillaume.** — *Conducteur ou câble électrique à isolement partiel d'air et procédé de sa fabrication* (2 juillet 1895).

248630. — **Rowand.** — *Perfectionnements aux dispositifs automatiques de sûreté pour circuits électriques* (2 juillet 1895).

248654. — **Cornely** et **Dautel.** — *Générateur hydroélectrique hermétique et impolarisable, dit pile française à l'oxychlorure de zinc* (4 juillet 1895).

225644. — **Theryc** et **Oblasser.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 14 novembre 1892, pour accumulateur électrique* (28 juin 1895).

248590. — **Compagnie Française pour l'exploitation des Procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux compteurs d'énergie électrique* (2 juillet 1895).

248596. — **Claude.** — *Application des condensateurs aux lampes à arc à courants alternatifs* (2 juillet 1895).

248670. — **Bullier.** — *Procédé de préparation électrolytique des carbures ou acétylures des métaux alcalins ou alcalino-terreux* (4 juillet 1895).

248645. — **Roy.** — *Nouveau procédé de tannage rapide avec le concours des machines spéciales et l'emploi facultatif de l'électricité. — Procédé dénommé tannage à la machine américaine* (4 juillet 1895).

248755. — **Compagnie Française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux méthodes et dispositifs pour le réglage de la vitesse des moteurs à courant continu* (2 juillet 1895).

248804. — **Gleboff.** — *Système d'éclairage électrique des voitures et des trains de chemins de fer* (10 juillet 1895).

248853. — **Trouvé.** — *Système de guide-fil Trouvé électromagnéto-mécanique applicable à tous les métiers à tricoter et à tissu* (12 juillet 1895).

248795. — **Société Edoux** et **Cie.** — *Nouveau système de manœuvre pour ascenseurs électriques* (10 juillet 1895).

216234. — **Heilmann** et **Drouin.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 12 septembre 1891, pour système de propulsion électrique de bateaux à hélice et autres* (3 juillet 1895).

248846. — **Crehore.** — *Perfectionnements dans les appareils électriques d'enregistrement* (12 juillet 1895).

248758. — **Murguletz.** — *Perfectionnements dans les bobines d'induction* (9 juillet 1895).

248775. — **Van Kerckhove.** — *Avertisseur pour téléphone* (9 juillet 1895).

248826. — **Janszen.** — *Diaphragme perfectionné pour téléphone* (11 juillet 1895).

248828. — **Janszen.** — *Système de communications téléphoniques multiples* (11 juillet 1895).

248840. — **Hamm, Blank, Brandt** et **Kormendy.** — *Perfectionnements aux installations téléphoniques en vue d'augmenter la force du son* (12 juillet 1795).

248845. — **Société C. Aboilard** et **Cie.** — *Réseau téléphonique pour plusieurs abonnés greffés sur la même ligne* (12 juillet 1895).

248852. — **Soulat.** — *Système de parafoudre applicable à la protection des appareils et lignes électriques de tous genres* (12 juillet 1895).

248708. — **Leroy.** — *Appareil d'induction électro-mécanique marchant à l'introduction d'une pièce de monnaie* (6 juillet 1895).

248748. — **Knöschke** et **Eppenstein.** — *Accumulateur* (8 juillet 1895).

248750. — **Société Felten** et **Guilleaume.** — *Câble électrique avec couverture protectrice en caoutchouc ou en composition de caoutchouc et avec tresse extérieure* (8 juillet 1895).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Lombard Gérin et Cie. — L'exercice 1894-1895, clos au 30 juin dernier, n'a pas été plus satisfaisant que le précédent, malgré une augmentation de 152891,70 fr du chiffre global des travaux facturés pendant cette période.

La Société espère se relever grâce aux affaires d'ascenseurs que suit activement l'agence de Paris; à la construction du chemin de fer électrique de Pierrefitte-Cauterets, Luz, dont le premier tronçon doit être livré à fin 1896; à la vente de compteurs d'énergie dont elle négocie la construction, et aussi à l'issue espérée favorable du procès intenté par MM. Ganz et Cie à certains constructeurs de transformateurs pour courants alternatifs.

A ces éléments il faut ajouter la marine qui, par l'intermédiaire du Creusot, a déjà fait une commande importante.

Bien que les sources de bénéfices futurs soient nombreuses, il faut compter avec les projets déçus et peut-être l'exercice

en cours ne donnera-t-il pas encore les brillants résultats des années dernières.

Quoi qu'il en soit, la Compagnie a entrepris, à Paris, sur le secteur de la Rive Gauche, des travaux importants qui l'alimenteront pendant longtemps encore, et elle est en pourparlers avec la Société des Forces Motrices du Rhône pour l'obtention de fournitures importantes.

L'exercice 1894-1895 a produit pour un chiffre total de 808841,67 fr de travaux facturés un bénéfice net de 2019,80 fr, somme insignifiante qui a été reportée à nouveau.

Le supplément de dépenses occasionnées par le bureau d'études et le mécompte sur les travaux effectués à l'École de Santé Militaire de Lyon auraient contribué pour une large part à la médiocrité du résultat.

Voici du reste un résumé du bilan arrêté au 30 juin dernier.

BILAN AU 30 JUIN 1895

Actif.		
Caisse et portefeuille	15 360,20	
Banquiers	61 535,85	
Actionnaires	90 500,00	
Débiteurs	442 766,95	
Stock en magasin	123 345,60	
Travaux non facturés	315 396,40	
Valeurs	336 326,00	
		1 385 231,00
Valréas et Dieulefit (compte d'établissement)	307 980,76	
Fonds de commerce	5 000,00	
Frais de premier établissement	12 053,90	
Exposition de Lyon	24 462,25	
Installation quai Saint-Vincent, bâtiments, matériel et mobilier	152 458,07	
Mobilier du bureau de Paris	5 796,85	
Ilot Bissuel (compte d'établissement)	62 671,40	
École de Santé militaire, installation pour l'entretien	2 130,55	
Matériel pour l'entretien dans la maison du Griffon	490,50	
Matériel en location dans l'îlot Bissuel	8 782,79	
		561 826,87
Total		1 947 057,87
Passif.		
Capital		1 000 000,00
Créanciers divers	840 470,57	
Dividendes	9 553,25	
		850 023,62
Réserve pour escompte et rabais		12 000,00
Réserve pour l'amortissement Dieulefit et Valréas		56 536,30
Réserve statutaire		5 937,40
— d'amortissement		20 540,70
Profits et pertes, solde créditeur		2 019,85
Total		1 947 057,87

Deux comptes présentent des variations notables qu'il importe de signaler.

Tout d'abord, les *Crédileurs divers* sont en augmentation d'environ 600000 fr sur le chiffre correspondant au 30 juin 1894. Ceci proviendrait d'un versement de 630000 fr effectué par la Compagnie du Secteur de la Rive Gauche pour travaux en cours et non facturés, de telle sorte que cette Compagnie est *seulement créditée* sur les livres de 630000 fr.

Les *Travaux en cours d'exécution* figurent pour 315396,40 fr, en augmentation de 156274,95 fr sur le chiffre correspondant en 1894.

Dans cette somme, sont inscrits : la Compagnie du chemin de fer de Pierrefitte pour 20000 fr, somme qui a été payée, mais depuis le 30 juin, en actions comme nous l'avons indiqué dans une précédente chronique; la Compagnie du Secteur de la Rive Gauche pour 161225,18 fr.

Le *Portefeuille* comprend en outre des valeurs qui y figuraient au 30 juin 1894, 500 actions du Secteur de la Rive Gauche évaluées à 500 fr chacune.

Les dépenses effectuées pour l'achèvement et l'entretien des installations et exploitations entreprises par la Société ont provoqué une nouvelle augmentation de l'actif immobilisé de 44206,52 fr.

Compagnie Parisienne du Gaz. — Le dernier exercice a montré, comme les précédents, une réduction dans la consommation du gaz; celle-ci a été de 2673140 m³ pour une production totale de 300823710 m³, et elle est environ moitié moindre de celle de 1893 (voy. le tableau des productions).

De ce dernier fait, la Compagnie tire la conclusion que la consommation ne tardera pas à reprendre une marche ascendante, et elle établit son raisonnement sur les données suivantes, que nous reproduisons d'après le rapport présenté à l'assemblée du 28 mars dernier :

« Nous avons redoublé d'efforts pour développer l'usage des appareils de chauffage au gaz dans les grands établissements publics et particuliers, dans les appartements, dans les cuisines, dans les ateliers.

Les machines à gaz, dont les avantages paraissent de plus en plus appréciés, nous ont procuré un surcroît notable de consommation.

En outre, la mesure prise dès le 1er août dernier, d'accord avec la ville de Paris, en vue d'exonérer des frais accessoires tous les abonnés occupant des appartements d'un loyer inférieur à 500 fr (valeur réelle), est venue développer la consommation de cette catégorie d'abonnés.

Enfin, l'emploi de brûleurs perfectionnés de toute nature, becs Auer, lampes albo-carbon, appareils à récupération, se substituant à l'éclairage électrique dans beaucoup de magasins, a continué à nous ramener une partie des abonnés qui nous avaient abandonnés.

Sans doute, le remplacement des anciens becs par les becs Auer a pu occasionner chez les autres abonnés une diminution de consommation; et c'est une des causes de la différence de 2673140 m³ signalée en commençant.

Mais, d'une part, cette diminution, en réduisant la somme que chaque consommateur payait pour son éclairage, lui a procuré une économie qui nous a permis de le conserver.

Et, d'autre part, la transformation des becs ordinaires qui doivent être remplacés par des becs Auer, commencée depuis deux ans, avance rapidement; on peut prévoir, dès maintenant, l'époque où elle sera complète. A partir de ce moment, la consommation, due à la fois à nos abonnés ordinaires et aux petits abonnés appelés à bénéficier de la combinaison des abonnements sans frais, reprendra sa marche progressive.

L'augmentation constatée pendant le mois de janvier 1895 semble donner raison à ces prévisions. Après un arrêt causé par les froids exceptionnels du mois de février, qui ont suspendu la marche d'un grand nombre de compteurs, le même progrès s'est manifesté de nouveau; nous pouvons donc attendre, de l'année 1895, des résultats satisfaisants ».

L'émission de jour, qui est comptée depuis l'heure de l'extinction des lanternes publiques jusqu'à celle de leur allumage, n'a pas cessé d'augmenter.

Cette augmentation est constatée surtout entre 7 heures et 9 heures du matin et entre 11 heures et 1 heure de l'après-midi, c'est-à-dire aux heures de repas. Il faut voir dans ce fait l'influence des fourneaux de cuisine, prêtés gratuitement à tous les abonnés. L'emploi du gaz pour cet usage, s'est ainsi vulgarisé dans les petits ménages où il était, autrefois, pour ainsi dire inconnu.

L'émission de jour a atteint 87427180 m³, représentant 29,06 pour 100 de la consommation; ce rapport n'avait été que de 28,71 pour 100 en 1893.

Recettes pour vente de gaz. — Leur total est de 77098549,38 fr, se répartissant comme suit :

Paris	70 227 937,65
Banlieue	6 870 611,73

Il est inférieur de 911083,93 fr à celui de 1893.

Abonnés. — Bien que la consommation de gaz ait baissé, le nombre des abonnés a continué à s'élever. Il est de 281 217, contre 259 885 en 1893.

Le nombre des fourneaux prêtés gratuitement s'est notablement accru; il est passé de 151 694 au 31 décembre 1893 à 174 947.

Éclairage public. — Ce service utilise :

A Paris.	73 763 becs ord.
Dans la banlieue	12 208 —

et en becs à récupération 2589 appareils, soit 190 de plus qu'en 1893.

Par contre l'emploi de ces brûleurs tend à disparaître chez les particuliers, qui n'en possèdent plus que 1881 au lieu de 2237.

Conduites montantes. — Pendant le cours de cet exercice, il n'a été posé que 1282 conduites au lieu de 1874 en 1894. Ceci tiendrait à ce que les appareilleurs cherchent surtout à utiliser celles qui existent auprès des locataires qui peuvent bénéficier de l'abonnement sans frais, quand la valeur réelle du loyer est inférieure à 500 fr.

D'autre part, depuis le mois d'août dernier, il est possible de mieux utiliser les conduites posées. A cette date, le Préfet de la Seine a, en effet, signé avec la Compagnie le traité dont nous donnons ci-dessous les principales dispositions :

Exonération des frais accessoires, c'est-à-dire :

Des frais de location et d'entretien du branchement et du compteur;

Des frais d'entretien du robinet d'ordonnance;

Des frais de timbre des polices d'abonnement, des demandes en autorisation à l'Administration préfectorale et des frais de ces autorisations;

Enfin, dispense du versement d'avance de 6 fr par brûleur.

Ces avantages s'appliquent à tous les locataires, dont le loyer est inférieur à 500 fr (valeur réelle), aux deux conditions suivantes :

1° Les locataires doivent s'engager à faire immédiatement usage du gaz, au moyen d'une installation gratuite de deux becs, dont un fourneau de cuisine, prêté par la Compagnie; ce fourneau peut être remplacé par un moteur à gaz, propriété du locataire, ou par deux autres becs d'éclairage établis gratuitement;

2° Le propriétaire doit garantir le paiement du gaz consommé jusqu'à concurrence de 7 fr par brûleur, ce qui représente la consommation d'un mois.

Si la conduite montante n'existe pas encore, la Compagnie en établit une dès que quatre locataires, au moins, prennent l'engagement qui leur est demandé et quand le propriétaire, ayant approuvé les conditions techniques réglementaires d'établissement, consent à donner la garantie indiquée ci-dessus.

Lorsque le propriétaire ne juge pas à propos de consentir cette garantie, les locataires ont la faculté de contracter directement avec la Compagnie, en versant préalablement 7 fr par brûleur, conformément aux conditions de la police d'abonnement.

La Compagnie attribue aux facilités données par cet arrêté, la venue de 17 307 abonnés nouveaux, dont :

Sur conduites existantes	16 355
— nouvelles	952

Rappelons qu'il existe à Paris 605 000 logements d'un loyer inférieur à 500 fr, dont 32 259 utilisent le gaz.

Au 31 décembre dernier il existait 37 650 conduites montantes installées dans 29 121 maisons; ces conduites alimentaient 153 555 abonnés, soit 20 087 abonnés de plus qu'en 1893.

Le tableau suivant résume les consommations de gaz et leur variation depuis 1855 :

ANNÉES	CONSOMMATIONS ANNUELLES EN MÈTRES-CUBES.	AUGMENTATIONS ANNUELLES EN MÈTRES-CUBES.	DIVIDENDES ANNUELLES EN FRANCS.
1855	40 774 400	»	»
1856	47 335 475	6 561 075	40,00
1857	56 042 640	8 707 165	45,00
1858	62 159 300	6 116 660	50,00
1859	67 628 116	5 468 816	60,00
1860	75 518 922	7 890 806	70,00
1861	84 230 676	8 711 754	70,00
1862	93 076 220	8 845 544	85,00
1863	100 833 258	7 757 038	95,00
1864	109 610 003	8 776 745	105,00
1865	116 171 727	6 561 724	105,00
1866	122 334 605	6 162 878	110,00
1867	136 569 762	(Exposit.) 14 235 157	115,00
1868	138 797 811	2 228 049	120,00
1869	145 199 424	6 401 613	102,00 (¹)
1870	114 476 904	(en moins) 30 722 520	40,50 (²)
1871	87 481 346	— 26 995 558	32,50
1872	147 668 331	(en plus) 90 186 985	51,00
1873	154 397 118	6 728 787	52,50
1874	160 652 202	6 255 084	55,00
1875	175 938 244	15 286 042	60,00
1876	189 209 789	13 271 545	62,00
1877	191 197 228	1 987 439	62,00
1878	211 949 517	(Exposit.) 20 752 289	65,00
1879	218 813 875	6 864 358	65,50
1880	244 345 324	25 531 449	74,00
1881	260 926 769	16 581 445	78,50
1882	275 368 705	14 441 936	82,50
1883	283 864 400	8 495 695	78,00
1884	287 443 562	3 579 162	76,50
1885	286 463 999	(en moins) 979 563	75,00
1886	286 851 360	(en plus) 387 361	76,00
1887	290 774 540	3 923 180	76,00
1888	297 697 820	6 923 280	77,00
1889	312 258 070	(Exposit.) 14 560 250	78,00
1890	307 861 880	(en moins) 4 396 190	75,00
1891	311 929 550	(en plus) 4 067 670	74,50
1892	308 900 930	(en moins) 3 028 620	72,00
1893	303 496 850	— 5 404 080	64,00
1894	300 823 710	— 2 673 140	62,50

(¹) C'est en 1869 que la Compagnie a commencé à payer à la Ville une redevance sur les bénéfices de l'exploitation.
(²) Les actions ont été dédoublées en 1870.

Puissance de fabrication. — Aucune modification n'a été apportée en 1894 à la constitution des usines.

Canalisations. — En 1894, le réseau des conduites s'est accru de 23 889 m, dont :

Pour Paris.	10 055 mètres.
Pour la banlieue.	13 834 —

La longueur totale des conduites souterraines existantes au 31 décembre dernier s'établissait ainsi :

A Paris	1 554 008 mètres.
Dans la banlieue.	801 903 —
Total	2 355 911 mètres.

Le traité intervenu au début de 1894 avec la commune de Ilay, porte à 59 le nombre des communes desservies par la Compagnie Parisienne. (*A suivre.*)

INFORMATIONS

Société Lyonnaise des Forces motrices du Rhône. — Le versement du quatrième quart sur les actions a dû être effectué du 1er au 10 janvier.

Le coupon à échéance du 1er janvier de : 9 fr nets pour les titres nominatifs; 8,60 fr nets pour les titres au porteur, — est venu en déduction du versement, qui a été de : 116 fr par titre nominatif; 116,40 fr par titre au porteur.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

32 475. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

5e Année. — N° 98. 25 Janvier 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

SUPPLÉMENT

Statistique des Stations centrales de distribution d'énergie électrique établies en France au 1er janvier 1896.

SIXIÈME ÉDITION

La quatrième édition de notre Statistique des tramways et chemins de fer électriques établis en Europe au 1er janvier 1896 est en préparation.

Elle paraîtra dans notre numéro du 10 mars 1896.

INFORMATIONS

Statistique des stations centrales de distribution d'énergie électrique au 1er janvier 1896. — Nos lecteurs trouveront encastrée dans le présent numéro la *sixième édition* de notre statistique des stations centrales de distribution établies fonctionnant en France au 1er janvier 1896. Nous croyons utile d'en résumer les points caractéristiques.

Le nombre total des stations — Paris excepté — s'élève à 438 contre 328 au 1er janvier 1896. L'accroissement est donc notable, plus au point de vue du *nombre* des stations qu'à celui de leur puissance.

Malgré tous nos efforts, nous n'avons pu obtenir de renseignements que sur 378 de ces stations qui ont ensemble une puissance de 47 712 chevaux, contre 39 420 chevaux pour les 328 stations établies au 1er janvier 1895.

Ces stations se subdivisent ainsi au point de vue de la force motrice :

Force motrice.	Nombre de stations.	Puissance motrice. en chevaux.
Hydraulique.	182	11 665
Hydraulique et à vapeur. . . .	48	7 422
A vapeur	128	26 802
A gaz pauvre	6	206
A gaz de ville.	13	1 605
A pétrole.	1	12
	378	47 712

Voici leur répartition au point de vue de la nature des courants :

Nature des courants.	Nombre de stations.	Puissance motrice en chevaux.
Continus	293	31 955
Alternatifs simples	75	14 927
Alternatifs polyphasés.	4	850
	372	47 712

Si l'on tient compte des stations centrales de Paris, on peut affirmer qu'il y a actuellement en France une puissance de 65 000 chevaux exclusivement consacrée aux stations centrales de distribution d'énergie électrique.

Quant aux stations en installation [illegible] en projet, nous renonçons à les faire figurer [illegible] tistique.... Elles sont trop ! Nos lecteurs pourro[illegible] olutions de ces stations, en parcourant la chro[illegible] ctricité que nous leur consacrons chaque quinzaine.

Éclairage électrique de l'hospice de Brévannes (Seine-et-Oise). — Dans sa séance du 31 décembre 1895, le Conseil municipal de Paris a décidé d'installer l'éclairage électrique dans l'hospice que l'Assistance publique possède à Brévannes en Seine-et-Oise. L'installation comprendra 2 moteurs à vapeur horizontaux compound de 35 chevaux, actionnant 3 dynamos shunt à courants continus de 17 kilowatts à 115 volts. L'éclairage sera assuré par 700 lampes à incandescence de diverses puissances lumineuses, 5, 10 et 16 bougies. La dépense totale d'installation est estimée à 113335 fr; elle sera payée en 10 annuités. L'exploitation sera faite en 10 ans par l'entrepreneur pour une somme maxima de 27000 fr par an, représentant une consommation de 50000 kw-h. à 0,54 fr le kw-h.
J. L.

La distribution d'énergie électrique au port libre de Copenhague. — Dans le n° 97 du 10 janvier 1896, nous avons publié un article sur l'installation électrique du port libre de Copenhague, d'après une notice qui nous avait été envoyée par l'*Allgmeine Elektricitäts Gesellschaft*. Ces renseignements proviennent d'un article publié dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*.
J. L.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Alger. — *Éclairage.* — On a vu, il y a quelque temps (n° 77, **1895**, p. 90) où en était la question de l'éclairage électrique à Alger; un nouveau pas vient d'être fait. Nous apprenons, en effet, que tout dernièrement a eu lieu au théâtre municipal la réception provisoire par la municipalité de l'installation électrique. Les honneurs étaient faits avec une parfaite courtoisie par MM. Chassaigne-Guyon, administrateur de la Compagnie générale des Travaux d'Éclairage et de Force, et Meyer, ingénieur en chef.

L'installation comporte dans son ensemble 4 lampes à arc Eck établies à l'entrée et 1300 lampes à incandescence réparties sur un certain nombre de circuits de la façon suivante :

Vestibule et contrôle 50 lampes, couloirs 200, foyer 72, administration 20, services 170, loges d'artistes 70, scène 410, salle 306, ces circuits n'ont pas moins de 15 km de longueur.

Les canalisations alimentant les différents circuits partent d'un tableau de distribution placé dans les caves du théâtre, muni d'interrupteurs et de coupe-circuits. Un jeu d'orgue, système Clémançon, sert à régler les effets de lumière des lampes de la scène, il permet d'obtenir des variations dans l'intensité de la lumière, variant depuis l'éclat extrême jusqu'à l'obscurité complète.

L'énergie électrique nécessaire est fournie par une petite usine comportant trois moteurs à gaz de 25 chevaux actionnant chacun une dynamo, une batterie d'accumulateurs de 65 éléments permet de soutenir pendant cinq heures un débit équivalent à celui des trois dynamos fonctionnant ensemble et de parer par cela même à une extinction que pourrait occasionner une avarie à une des machines.

L'ensemble de ces machines a été installé dans des caves voûtées placées sous les fauteuils d'orchestre et transformées en vastes et spacieuses salles de machines.

Rappelons, en passant, que la même maison Clémançon avait établi, il y a treize ans, les canalisations d'éclairage au gaz du théâtre.

Chézery (Ain). — *Inauguration de l'éclairage.* — Elle a eu lieu dernièrement, l'inauguration de la station centrale de cette charmante ville du département de l'Ain, et, ainsi que le veut l'usage, elle a été l'occasion d'une brillante fête.

Fécamp (Seine-Inférieure). — *Éclairage.* — Les essais de la lumière électrique à Fécamp, qui viennent d'être faits dans les rues Pierre-Fouquet-Lemaître, de la République, Jacques-Fouquet et place Léon Desgenétais, ont parfaitement réussi. On parle d'étendre l'éclairage électrique dans le quartier du Vivier.

Saint-Amour (Jura). — *Inauguration de l'éclairage.* — Depuis quelques mois Saint-Amour est éclairé électriquement ; aussi, est-ce un plaisir de circuler maintenant dans les rues, où, auparavant on ne pouvait s'aventurer sans risquer de faire parfois des rencontres peu intéressantes.

Les vulgaires quinquets d'autrefois sont remplacés par de belles lampes qui s'échelonnent agréablement dans la ville et sur toute l'avenue de la Gare.

Les habitants commencent à comprendre les avantages de ce mode d'éclairage, aussi les demandes de lampes se multiplient-elles de jour en jour. Une batterie d'accumulateurs permet, du reste, de parer aux grands débits à certaines heures de la journée.

Pour la fête de Noël, l'électricien, M. Wendling, a voulu faire une agréable surprise aux habitants de Saint-Amour, en éclairant pour la messe de minuit une splendide étoile.

Saint-Astier (Dordogne). — *Éclairage.* — Il est question d'établir une usine électrique dans cette localité, la ville ayant voté un emprunt pour divers travaux, parmi lesquels serait comprise l'installation de la station électrique.

Sedan (Ardennes). — *Traction électrique.* — Le Conseil municipal de Sedan a émis un avis favorable à l'installation des tramways électriques, à la condition que Forcy devra être compris dans le même réseau.

ÉTRANGER

Charleroi (Belgique). — La *Société d'Électricité et d'Hydraulique* J. Dulait, à Charleroi, qui s'occupe de tout ce qui a rapport aux constructions électriques, a pris dans ces derniers temps un développement considérable.

Elle vient notamment de remporter un brillant succès à l'adjudication qui a eu lieu dernièrement dans le but d'appliquer la traction électrique aux réseaux que la Société nationale des chemins de fer vicinaux exploite dans le Centre ; elle a, en effet, déposé la soumission la plus avantageuse.

Kharkoff (Russie). — *Éclairage.* — La municipalité de Kharkoff reçoit les soumissions pour la fourniture de machines à vapeur et électriques, ainsi que d'appareils et accessoires pour une installation d'éclairage électrique de 6000 lampes à incandescence et 500 lampes à arc.

Le Brésil (Amérique du Sud). — *Éclairage.* — Le correspondant du *British Trade Journal* écrit que le Brésil offre actuellement un grand champ d'action aux ingénieurs-électriciens, spécialement pour l'établissement du matériel d'éclairage électrique. Parmi les villes qui ont récemment adopté ce mode d'éclairage, on peut citer : São Carlos do Pinhal, Casa Bianca, Jacarehy, Rio-Claro, dans l'État de São Paulo; Santa Rita de Passa-Quatro, dans l'État de Minas Geraes, et Petropolis dans l'État de Rio Janeiro. A Báragança, Mogimirim, Riberão Preto, Amparo et Santos dans l'État de São Paulo, l'établissement du matériel nécessaire à l'éclairage électrique est, soit en cours d'exécution, soit en projet.

LE CARBURE DE CALCIUM ET L'ACÉTYLÈNE
LEURS APPLICATIONS

Le carbure de calcium et l'acétylène sont à l'ordre du jour : décrié par les uns, porté aux nues par les autres, le nouveau gaz, le *gaz électrique*, comme le désignent les Américains en considération de son origine industrielle électrothermique, nous a semblé mériter de fixer l'attention des électriciens, au même titre que l'éclairage électrique et les stations centrales de distribution fixent depuis longtemps l'attention des gaziers.

Sans voir dans l'acétylène une révolution ni même un bouleversement du sytème actuel d'éclairage, comme le prétend M. Maumené dans le *Cosmos* du 11 janvier 1896, il est bien évident que ce gaz est appelé à prendre une certaine place dans l'industrie, en permettant de fabriquer économiquement bon nombre de produits chimiques et d'éclairer luxueusement châteaux, villas, casinos, voitures de chemins de fer, etc., ce que ni le gaz ordinaire, ni les gaz riches, ni l'électricité n'avaient pu faire jusqu'ici, soit à cause du prix, soit à cause des difficultés techniques, des frais d'installation, de fonctionnement, d'entretien, de surveillance, etc.

Le carbure de calcium est une terre — nous allions écrire un terrain — neutre sur laquelle électriciens et gaziers pourront s'entendre et s'entr'aider mutuellement en développant un nouveau champ commun d'activité industrielle.

Nous étudierons successivement le carbure de calcium, l'acétylène et les applications futures de ce gaz, en insistant plus spécialement sur les applications à l'éclairage.

I. — LE CARBURE DE CALCIUM

Historique. — Nous ne reviendrons pas ici en détail sur l'historique du carbure de calcium, si bien développé ici même par notre collaborateur M. *E. Boistel* (¹). Ce corps a été entrevu par *E. Davy* en 1836, obtenu par *Wöhler* en 1862, en 1880 par M. Borchers, mais décrit seulement en 1891.

Depuis 1892, les travaux se sont multipliés, et c'est presque simultanément que M. Moissan à Paris et M. Willson en Amérique ont obtenu le carbure de calcium en quantités suffisantes et avec une facilité assez grande pour qu'on puisse songer à son application industrielle.

Nous n'avons pas l'intention de trancher la question de priorité soulevée à propos du carbure de calcium, mais il nous a semblé piquant de mettre sous les yeux de nos lecteurs deux documents authentiques qui feront bien ressortir la simultanéité et l'indépendance des travaux des deux savants.

(¹) Le *carbure de calcium. Industrie électrique du* 25 *décembre* 1895, n° 96, p. 545.

Le premier document est une lettre adressée par Lord Kelvin à M. Wilson :

The University, Glasgow, october 5 1892.

Dear Sir. — I have seen and tried the calcium carbide, only, however, so far as throwing it into water and setting fire to the gas which comes off. It seems to me a most interesting substance and I thank you very much for sending it to me.

Yours, very truly

Kelvin.

Le second document est un extrait de la Note présentée par M. Henri Moissan à l'Académie des sciences, dans sa séance du 12 décembre 1892 :

Dès que la température du four électrique est voisine de 2500°, la chaux, la strontiane, la magnésie cristallisent en quelques minutes. Si la température atteint 3000°, la matière même du four, la chaux vive fond et coule comme de l'eau. A cette même température, le charbon réduit avec rapidité l'oxyde de calcium et le métal se dégage en abondance; il s'unit avec faiclité aux charbons des électrodes pour former un carbure de calcium, liquide au rouge, qu'il est facile de recueillir....

Il résulte de ces documents que, depuis 1891, et surtout depuis la fin de 1892, la fabrication du carbure de calcium au four électrique est dans le domaine public en tant que principe. Les dispositifs spéciaux — et ils sont nombreux — brevetés depuis 1893 pour cette fabrication sont ou non valables d'après les caractères de nouveauté qu'ils présentent, mais ils ne nous paraissent pas de nature à monopoliser une fabrication appelée, suivant nous, à un grand développement industriel.

Les carbures de métaux alcalino-terreux (calcium, baryum, strontium) possèdent tous la propriété de décomposer l'eau à froid pour former de l'acétylène et un oxyde hydraté correspondant. Au point de vue industriel, le carbure de calcium est le seul qui présente de l'importance, la baryte et la strontiane étant d'un prix beaucoup plus élevé que la chaux. C'est le seul que nous considérerons ici.

Le carbure de calcium (CaC^2) se présente sous la forme d'un corps cristallisé opaque, gris foncé, mordoré, de densité 2,22 et renfermant

62,5 pour 100 de calcium.
27,5 — de carbone.

On l'obtient en portant à une haute température un mélange de chaux vive et de charbon : il se produit du carbure de calcium tandis que l'oxyde de carbone se dégage conformément à la réaction suivante :

$$CaO + C^3 = CaC^2 + CO.$$

Il faut engager 87,5 parties de chaux et 56,25 parties de carbone pour produire 100 parties de carbure de calcium et 43,75 parties d'oxyde de carbone. On ne retrouve dans le carbure que les deux tiers du carbone intéressé à la réaction. Le troisième tiers (18,75 parties) s'est combiné à l'oxygène de la chaux (25 parties) pour produire les 43,75 parties d'oxyde de carbone. En pratique, on met parties égales de chaux et de charbon pou

compenser les pertes dues à une combustion parasite du charbon aux températures élevées produites dans le four électrique.

Les dispositifs des fours employés ou proposés pour la fabrication du carbure de calcium sont très variés. Nous n'en dirons rien ici, nous réservant de leur consacrer prochainement une étude spéciale, aussi documentée que le permettra la discrétion, peut-être excessive, des fabricants du nouveau produit.

Énergie électrique nécessaire pour la production du carbure de calcium. — Les chiffres donnés par les différents expérimentateurs sont très différents. M. Moissan [1] a dépensé 350 A sous 70 volts pendant quinze à vingt minutes pour produire 150 g de carbure de calcium, ce qui correspondrait à une dépense d'au moins 40 kw-h par kg dans cette expérience de laboratoire, avec un appareil non continu, anti-industriel.

D'après M. Wilson [2], 1 cheval-jour (24 chevaux-heures) produirait 20 livres (9 kg) de carbure, soit 2,2 chevaux-heure ou 1,6 kw-h par kg. En tenant compte du rendement des transformateurs et des pertes, on peut admettre une dépense réelle de 3 chevaux-heure par kg. Un cheval-an disponible 20 heures par jour et 300 jours par an représente 6000 chevaux-heure et pourra produire 2000 kg de carbure. Si les chutes d'eau permettent de livrer le cheval-an à 100 fr, la force motrice nécessaire coûterait donc 50 fr par tonne de carbure. En comptant autant pour les matières premières, charbon et chaux, et autant pour la main-d'œuvre, les intérêts, l'amortissement, les frais généraux et le renouvellement des fours, on peut admettre que le prix de *revient* du carbure de calcium doit être voisin de 150 fr la tonne. En calculant sur un prix de *vente* de 400 fr par tonne, nous laissons une marge suffisante pour les aléas industriels et les bénéfices des intermédiaires entre le producteur et le consommateur. Ce prix de 400 fr la tonne est d'ailleurs celui auquel l'*Aluminium Industrie Actien Gesellschaft*, de Neuhausen, offre aujourd'hui le carbure de calcium pris aux usines par grandes quantités (5000 kg). Grâce à la concurrence que va susciter l'absence de brevets exclusifs en la matière, ce prix sera certainement celui du détail avant peu.

L'arc électrique n'est pas indispensable à la production du carbure de calcium, qui peut être obtenu industriellement sous deux formes distinctes. D'après M. le docteur Wilhelm Borchers [3], lorsqu'il s'agit de préparer des masses de métaux parfaitement fondus, leurs carbures ou leurs siliciures, dont les températures de fusion sont extrêmement élevées, l'arc est tout indiqué. Si, au contraire, il s'agit de porter de grandes masses à des températures élevées, mais non pas exceptionnellement élevées, il est préférable de les chauffer comme de simples résistances. Le carbure de calcium poreux, destiné à produire immédiatement l'acétylène par réaction avec l'eau, pourra être ainsi produit. Le carbure de calcium commercial, au contraire, qui doit être compact et d'un transport facile, sera obtenu par fusion dans l'arc voltaïque.

On peut d'ailleurs employer indifféremment des courants alternatifs ou continus, mais les premiers semblent préférables, à cause des facilités qu'ils offrent pour le transport, la transformation, le réglage du courant et la symétrie d'usure des électrodes.

Fabrication industrielle du carbure de calcium. — Le carbure de calcium est actuellement fabriqué en Amérique, à Spray, par l'*Electric gas Company*, en Allemagne par la *Carbid* de Berlin, en Suisse par l'*Aluminium Industrie Actien Gesellschaft* de Neuhausen, en France par les usines électrométallurgiques de Froges et de Vallorbes. Enfin, dans le courant de février, une usine de 1000 chevaux établie aux chutes du Niagara par M. T. L. Willson produira de 10 à 15 tonnes par jour, à un prix de revient qui ne dépasserait pas, dit-on, 25 fr par tonne, prix sur lequel nous faisons toutes réserves.

Action de l'eau. — En présence de l'eau, il se produit la réaction suivante, qui donne naissance à un dégagement de chaleur :

$$\underbrace{CaC^2}_{\text{Carbure de calcium}} + \underbrace{2H^2O}_{\text{Eau.}} = \underbrace{CaOH^2O}_{\text{Chaux.}} + \underbrace{C^2H^2}_{\text{Acétylène.}}$$

1 kg de carbure de calcium se combine avec 562 g d'eau pour produire 115 g de chaux hydratée et 406 g d'acétylène, correspondant à 340 litres de gaz à 0° C et à la pression 760.

Le carbure de calcium du commerce est impur; il donne pratiquement de 280 à 300 litres de gaz par kg. Nous admettrons 280 litres par kg dans nos calculs relatifs aux applications à l'éclairage.

II. — L'ACÉTYLÈNE

L'acétylène, dont la formule chimique est C^2H^2, est un gaz incolore d'une odeur fortement alliacée, surtout lorsqu'il est impur et renfermant en poids 92,3 parties de carbone et 7,7 parties d'hydrogène.

En voici les principales propriétés physiques :

ÉTAT GAZEUX

Poids spécifique rapporté à l'air.	0,91	
Densité à 0° et pression 760.. . .	1,169	g par dm³.
Volume spécifique.	855	litres par kg.
Chaleur de combustion.	8500	calories (kg—d) par kg.
—	9700	— par m³.
Solubilité dans l'eau à 15°. . . .	1	volume environ.

ÉTAT LIQUIDE

Densité à — 7° C.	460	g par litre.
— 0.	451	—
— + 16°,4.	420	—
— + 35°,8.	364	—

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Séance du 5 mars 1894.

[2] Dr Suckert, *The Carbides and Acetylene commercialy considered. Proceedings of the Franklin Institute.* Meeting du 20 mars 1895. Journal de mai 1895.

[3] *Zeitschrift für Electrochemie* du 5 décembre 1895, p. 371.

PROPRIÉTÉS ÉLASTIQUES DE L'ACÉTYLÈNE [1]

Température en degrés C.	Pression en atmosphères.	Observations.
—	—	—
— 90	0,69	État solide.
— 85	1,00	—
— 81	1,25	Point de fusion.
— 70	2,22	État liquide.
— 60	3,55	—
— 50	5,3	—
— 40	7,7	—
— 25,8	13,2	—
0	26,05	—
+ 5,8	30,3	—
+ 11,5	34,8	—
+ 15	37,9	—
+ 20	42,8	—
+ 37	68,0	Pression critique.

Toxicité. — On avait tout d'abord attribué à l'acétylène des propriétés éminemment toxiques. Il résulte des recherches récentes de M. Gréhant [2], confirmées par des observations de M. Berthelot [3] et de M. Moissan [3], ainsi que des travaux de M. Brociner [4], que l'acétylène n'est toxique qu'à dose élevée, dépassant 40 pour 100, et que les animaux soumis à l'action de mélanges renfermant des doses considérables d'acétylène ne succombent pas, même au bout de plusieurs heures, si l'on a soin d'opérer en présence d'une quantité d'oxygène suffisante, et de renouveler le mélange gazeux de manière à empêcher l'accumulation des produits de la respiration de l'animal.

L'acétylène n'est donc pas plus toxique que les carbures ordinaires, formène, éthylène, propylène, et que le gaz de ville.

Explosibilité. — L'acétylène est un gaz endothermique, c'est-à-dire capable de se décomposer spontanément sous l'action d'un choc violent ou d'un détonateur [5]. Sa canalisation en grand dans une ville pourrait donc présenter, dans certaines circonstances, un grand danger contre lequel il est bon de prémunir ceux qui seraient tentés d'entreprendre une semblable application.

Attaque des métaux. — L'acétylène attaque vivement un certain nombre de métaux, l'argent et le cuivre en particulier, avec lesquels il forme des acétylures explosifs. Il est sans action sur le fer, le plomb et l'étain, propriété précieuse pour la construction des appareils destinés à sa production et à son emmagasinement. Il ne paraît pas non plus attaquer sensiblement à froid le zinc, le bronze et le laiton. La canalisation et l'appareillage du gaz ordinaire pourront donc être conservés avec l'acétylène.

(1) P. Villard. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXX, p. 1262 (1895).

(2) *Sur la toxicité de l'acétylène. Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Séance du 21 octobre 1895.

(3) *Loc. cit.*

(4) *Sur la toxicité de l'acétylène. Comptes rendus*. Séance du 25 novembre 1895.

(5) Berthelot, *Sur l'explosion des gaz endothermiques. Comptes rendus*, t. 121, p. 424.

III. — APPLICATIONS

Les applications de l'acétylène peuvent se diviser en deux groupes, suivant que le gaz est *comburé* ou *non comburé*. L'éclairage, la production des hautes températures, et peut-être même la force motrice, se rangent parmi les premières; les secondes, plus particulièrement du domaine chimique, sont relatives à la fabrication synthétique, en partant du charbon et de la chaux, du carbure de calcium et de l'acétylène, de tous les produits organiques dont l'origine était en grande partie, jusqu'à ce jour, animale ou végétale.

Combustion de l'acétylène. — L'acétylène brûlant avec une flamme très fuligineuse et non éclairante dans les becs de gaz ordinaires, on a cherché à remédier à cet inconvénient par différents artifices.

M. *Krüger*, de Charlottenbourg, mélange l'acétylène avec son volume d'acide carbonique; M. *Bullier* emploie l'azote dans le même but; d'autres emploient l'air ordinaire. On a également proposé l'oxyde de carbone et les fumées d'industrie.

Les gaz inertes ont l'inconvénient d'abaisser, sans profit correspondant, la température de la flamme, et, par conséquent, de réduire le rendement lumineux du combustible; le mélange préalable avec l'air est dangereux à cause des propriétés explosibles que possède ce mélange.

Il est préférable, à notre avis, de favoriser l'accès de l'air sur la flamme même, soit en utilisant un bec Bunsen approprié, soit, comme le fait M. Bullier, en perçant latéralement le bec d'orifices inclinés qui laissent accéder l'air.

Nous préférons, pour notre part, faire usage de becs à trous très fins ou de becs papillon à fente très fine, en donnant au gaz une assez grande pression, de 8 à 12 cm d'eau. Dans ces conditions, le gaz lancé avec une certaine vitesse, en lame mince, est en contact avec assez d'air pour être complètement brûlé et la combustion ne se produit qu'à une certaine distance du bec, qui ne s'encrasse pas.

Les becs Manchester donnent une belle flamme, mais leur réglage est délicat : une pression trop faible les fait fuliginer; une pression trop grande les fait brûler en fer de lance, avec une flamme non éclairante.

Une qualité précieuse de l'acétylène est de fournir des foyers lumineux d'une puissance quelconque. En étirant au chalumeau un tube de verre dit tube à thermomètre, nous avons pu construire un bec donnant une flamme d'aspect sphérique, d'un diamètre apparent de 2 mm, d'un éclat intrinsèque très vif et consommant seulement un demi-litre d'acétylène par heure.

Un bec de 3 bougies consomme de 4 à 5 litres par heure et fournit une belle flamme tranquille et éclairante qui fera la joie des touristes lorsque la lampe à acétylène pour voitures et bicyclettes aura été créée.

Les becs normaux de 2 à 3 carcels conso

14 à 20 litres de gaz par heure, en produisant une flamme blanche, fixe, chaude à l'œil, et dont on ne trouve l'équivalent chez aucun des autres illuminants connus.

Valeur éclairante de la flamme de l'acétylène. — D'après les expériences comparatives faites par M. le professeur *Vivian B. Lewes* (¹), de Londres, la valeur lumineuse rapportée à la candle anglaise étalon et à une consommation de 5 pieds cubes par heure (141,6 litres par heure) des différents illuminants est résumée dans le tableau suivant, tableau que nous avons complété en y ajoutant une colonne relative à la valeur des illuminants exprimée en carcels-heure par mètre cube.

Gaz illuminants.	Valeur des illuminants en candles-heure par 5 cubic-feet.	Valeur des illuminants en carcels-heure par mètre-cube.
Méthane	5,2	3,5
Gaz normal de ville à Paris	»	9,6
— Londres	16,0	11,5
Éthane	35,7	25,0
Propane	56,2	40,0
Éthylène	70,0	49,0
Butylène	123,0	86,0
Acétylène	240,0	168,0

On peut admettre que l'acétylène produit, *à volume égal*, QUINZE fois plus de lumière que le gaz de ville de Londres, et seize à dix-sept fois plus que le gaz de Paris, brûlant dans le bec Bengel étalon normal donnant la Carcel pour 105 litres par heure. M. Violle a trouvé, avec son étalon, plus de *vingt* fois.

Le chiffre de quinze fois n'a donc rien d'exagéré. Il va nous servir à dresser un tableau des prix payés par le consommateur, *à Paris*, pour la lumière, avec les principaux illuminants aujourd'hui à sa disposition.

PRIX DE REVIENT DE LA LUMIÈRE ET CHALEUR DÉGAGÉE PAR LES PRINCIPAUX ILLUMINANTS.

Bougie en stéarine. — Produit $\frac{1}{8}$ carcel en consommant 8 à 10 g par heure, à 2 fr le kg.

Lampe Carcel. — Consomme 42 g d'huile de colza épurée à l'heure, coûtant 1,4 fr le kg.

Lampe à pétrole. — Consomme 30 g par carcel-heure à 70 centimes le litre (à Paris), ou 90 centimes le kg.

Becs de gaz. — 30 centimes le mètre cube. Les manchons des becs de gaz à incandescence ne sont pas comptés dans le prix de revient.

Lampe à incandescence. — 3 watts par bougie, 1 fr le kilowatt-heure.

Acétylène. — 280 litres pour 40 centimes, soit 1,42 fr le m³, 1,20 le kg.

C'est sur ces bases qu'a été dressé le tableau suivant :

Illuminants.	Prix en centimes par carcel-heure.	Chaleur dégagée en calories par carcel-heure.
Bougie en stéarine	20,0	»
Lampe à huile	5,9	»
Pétrole	2,7	300
Bec bougie à gaz (200 l par carcel-heure)	6,0	1040
Bec papillon (127 —)	3,8	660
Bec Bengel (105 —)	3,0	520
Bec Auer (20 —)	0,6	100
Lampe électrique à incandescence	3,0	26
Acétylène	1,0	74

L'éclairage à acétylène est donc celui qui, après l'incandescence, produit le moins de chaleur pour une quantité donnée de lumière.

Comparaison avec le gaz de ville. — 1 tonne de houille produit 280 m³ de gaz de ville qui, brûlés dans un bec Bengel, fournit 2800 carcels-heure.

1 tonne de carbure de calcium produira 280 m³ de gaz acétylène qui fournira 40 000 carcels-heure.

Au point de vue lumière, 1 tonne de carbure vaut donc 15 tonnes de houille employée à fabriquer du gaz de ville brûlé dans des becs Bengel.

Produits de la combustion. — A volume égal, le gaz de ville donne environ 1,3 volume de vapeur d'eau, 0,6 volume d'acide carbonique, tandis que l'acétylène produit 1 volume de vapeur d'eau et 2 volumes d'acide carbonique, mais comme il faut bien moins d'acétylène à lumière égale, l'atmosphère est, en fait, beaucoup moins viciée.

Étalons de lumière. — M. *Fessenden* (¹) et M. *J. Violle* (²) ont proposé et réalisé des étalons à l'acétylène. Le premier brûle le gaz pur sous une pression de 25 cm d'eau; le second brûle ce gaz mélangé à l'air et sous une pression de 30 cm d'eau. D'après M. Violle (³), une flamme consommant 58 litres par heure produit plus de 100 bougies, soit vingt fois le pouvoir éclairant du gaz ordinaire de ville consommant 105 litres par carcel-heure. Le spectrophotomètre montre que dans toute l'étendue du spectre, depuis C ($\lambda = 0{,}656$ micron) jusqu'à F ($\lambda = 0{,}486$ micron), la lumière de l'acétylène diffère peu de celle du platine en fusion qui sert à la définition de l'unité absolue. Au delà, la photographie révèle dans l'acétylène une intensité actinique qui sera certainement d'un usage précieux.

Lampes portatives. — Depuis moins d'un an, on a construit un certain nombre de lampes portatives basées sur le principe du classique briquet à hydrogène de Gay-Lussac. La première en date est celle de M. *O' Conor Sloane* (⁴), fabriquée avec un simple verre de lampe à pétrole. L'idée a été reprise plus récemment par M. *G. Trouvé* (⁵), avec des dispositifs spéciaux de chicanes ayant

(¹) *Journal of the Society of Arts*, janvier 1895.

(¹) *American Institute of Electrical Engineers*, avril 1894. *L'Industrie électrique* du 10 novembre 1895.

(²) *Société française de physique*. Séance du 21 juin 1895.

(³) *Académie des sciences*. Séance du 13 janvier 1896.

(⁴) *Scientific American* du 30 mars 1895. *La Nature* du 18 mai 1895.

(⁵) *La Nature* du 1er décembre 1895.

pour objet d'empêcher l'entraînement d'eau résultant de l'attaque violente du carbure de calcium. M. Trouvé remédie en partie à cette attaque violente en superposant le carbure de calcium par petites couches séparées par des lames de verre.

Nous ne croyons pas à l'avenir pratique de ces dispositifs, à cause des ennuis que présente le nettoyage journalier de la lampe et des difficultés qu'il y a à proportionner la production du gaz à la consommation. Il n'en serait pas de même avec des réservoirs d'acétylène liquéfié, et c'est probablement eux qui fourniront, dans l'avenir, la solution de l'éclairage portatif pour les lampes domestiques, les tramways, les voitures, les bicyclettes, les retraites aux flambeaux, les réclames lumineuses ambulantes, et un grand nombre d'autres applications trop longues à énumérer.

Petites usines isolées. — En présence des facilités offertes par le carbure de calcium pour la production de l'acétylène, son application la plus directe, la plus immédiate, le plus rapidement appelée à un avenir industriel, est celle de petites usines isolées constituées par un petit gazogène automatique alimentant un gazomètre à pression constante de faible capacité. La puissance de production du gazogène et sa capacité devront être calculés d'après l'importance de l'éclairage à produire, de façon à fonctionner un mois, quinze jours ou huit jours — le service de la blanchisseuse — sans qu'on ait à y toucher ou à s'en préoccuper. Il sera même prudent d'établir deux gazogènes distincts, l'un en service, l'autre en attente, tout prêt à fonctionner, pour n'être pas pris au dépourvu. Lorsque le premier gazogène sera épuisé, une simple manœuvre de robinets mettra le second gazogène en service et séparera le premier gazogène du gazomètre unique. On aura ainsi toute une semaine pour vider l'appareil épuisé et renouveler sa provision de carbure de calcium.

Des dispositifs ingénieux ne tarderont pas à faire leur apparition; le succès est réservé, dans cette voie, à ceux qui feront vite et bien.

Acétylène liquide. — Fabriqué en grand et transporté dans des réservoirs, l'acétylène conviendra spécialement à l'éclairage des voitures de chemins de fer, tramways, voitures ordinaires, automobiles et bicyclettes, à l'éclairage des phares, des navires, des projecteurs de marine et de guerre, aux projecteurs d'enseignement, à la photographie et à un grand nombre d'autres applications que la pratique suggérera. Mais le prix actuel de l'acétylène liquéfié est absolument prohibitif, car on le vend aujourd'hui 15 fr le kilogramme, plus le réservoir. C'est un prix d'attente qui ne saurait être longtemps maintenu, d'autant mieux que le gaz acétylène produit par le carbure de calcium et l'eau se liquéfie sous sa propre pression de dégagement, sans l'intermédiaire d'aucun organe mécanique destiné à produire la compression et la liquéfaction du gaz.

Production des hautes températures. — En raison de sa constitution endothermique (1), l'acétylène donne en brûlant une température beaucoup plus élevée que les autres gaz combustibles, dont la température de combustion est voisine de 2000° C. Brûlé avec son volume d'oxygène, il donnerait une température de 4000°, supérieure de 1000° à la flamme du mélange oxhydrique, avec des produits de combustion entièrement formés d'oxyde de carbone et d'hydrogène, c'est-à-dire de gaz réducteurs. Les laboratoires pourront donc utiliser l'acétylène, soit pour la production des températures élevées, soit pour l'analyse spectrale.

Cependant, d'après des expériences faites par M. Lewes avec le couple thermo-électrique de M. Le Châtelier, la température maxima de la flamme éclairante ne dépasserait pas 900° C, tandis qu'elle atteint 1400° C avec le gaz de ville. La lumière de l'acétylène serait donc relativement *froide*. Il y a là un désaccord scientifique qui réclame de nouvelles recherches.

Fabrication du diiodoforme. — L'une des premières applications de l'acétylène a été la fabrication du diiodoforme Taine, préparé depuis deux ans par M. Adrian, sur les indications de M. L. Maquenne (2). Cet iodure de carbone C^2I^4 est obtenu en traitant l'acétylène par l'iode en solution alcaline. Il remplace l'iodoforme dont il a les propriétés physiologiques, et presque exactement la composition, sans en avoir l'odeur désagréable.

Applications diverses. — *Villon* (3) a proposé l'acétylène comme produit nouveau à employer dans les machines à fabriquer la glace, au lieu et place des vapeurs employées jusqu'à ce jour. M. *Otto Witt* (4) veut appliquer l'acétylène à la carburation superficielle du fer par cémentation. M. *R. K. Duncan* (5) propose de partir de l'acétylène obtenu par le carbure de calcium pour le polymériser en le faisant passer dans un tube de fer chauffé au rouge dans lequel il se transformerait en benzine, servant à faire de la nitrobenzine, de l'aniline et ses innombrables dérivés, de l'acide carbolique, de l'acide picrique, etc. Sous l'action de l'hydrogène naissant, l'acétylène peut être transformé en éthylène, puis en éthane. L'éthylène forme, par oxydation, l'acide oxalique, l'acide formique et l'acide prussique. L'acétylène fournit facilement l'aldéhyde, si employée aujourd'hui pour la fabrication des essences et des miroirs.

Le carbure de calcium obtenu au four électrique est donc l'origine indirecte de la fabrication synthétique de tous les produits de la chimie organique. C'est peut-être à lui que nous devrons un jour l'alcool et le sucre rigoureusement purs. Nous donnerons au premier la toxicité

(1) H. Le Châtelier, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Séance du 30 décembre 1895.
(2) *Sur la préparation de l'éthylène periodé*. Bulletin de la Société chimique, t. VII, p. 777.
(3) *Revue de chimie industrielle*. 1895.
(4) *Loc. cit.*
(5) *The Electrical Engineer*, de New-York, du 14 août 1895.

si appréciée des connaisseurs par l'addition savante de quelques gouttes des essences qui en constituent le bouquet, et nous fabriquerons des « Fine Champagne » meilleures que nature, toujours identiquement semblables, au goût particulier de chaque client.

Conclusions. — L'acétylène produit par le carbure de calcium ne se pose en concurrent redoutable ni du gaz de ville, ni des distributions d'énergie électrique. Il nous semble appelé à prendre une place pas ou peu occupée jusqu'ici par nos deux grands modes d'éclairage. En effet, jusqu'à plus ample informé, il semble impossible de le canaliser dans une ville entière, soit à l'état pur, soit à l'état de mélange avec l'air ou un gaz inerte, à cause de ses propriétés endothermiques et explosives. Il ne fera donc pas concurrence aux grandes distributions. Mais la facilité de production du gaz par le carbure de calcium, ou le transport de ce gaz à l'état liquide, permettront de développer l'éclairage à l'acétylène dans les villas, châteaux, casinos, communautés, établissements industriels, etc., plus ou moins éloignés des grandes villes. Les stations centrales électriques pourront alors utiliser les loisirs journaliers que leur laisse le service de l'éclairage à fabriquer, soit du carbure de calcium, soit de l'acétylène liquéfié, qu'elles vendront à la clientèle du voisinage à un prix d'autant plus rémunérateur que le charbon, la chaux et la force motrice leur coûteront moins cher. Ce sera un mode tout spécial de transport et de distribution de l'énergie électrique à distance sous forme matérielle, solide, liquide ou gazeuse.

Que les stations centrales d'énergie électrique les mieux favorisées à ce point de vue se hâtent de profiter de leurs avantages, car il est à craindre que, dans un avenir prochain, le carbure de calcium ne soit obtenu directement, par des procédés exclusivement métallurgiques, à titre de scorie ou de sous-produit de fabrication, à des prix assez bas pour ruiner l'industrie dont nous préconisons l'installation éventuelle.

C'est la loi de la lutte pour l'existence, et nous devons nous y soumettre, à moins que de nouveaux progrès de notre industrie ne viennent modifier les conséquences que nous redoutons.

É. HOSPITALIER.

BREVETS D'INVENTION

RELATIFS AU CARBURE DE CALCIUM ET A L'ACÉTYLÈNE

DÉLIVRÉS EN FRANCE

Pas de brevets avant l'année 1894.

1894

236 160. — 9 *février.* — Louis-Michel BULLIER. — **Procédé de préparation des carbures des métaux alcalino-terreux.** — Brevet principal.

Revendication. — Le procédé de préparation des carbures des métaux alcalino-terreux consistant à chauffer au four électrique un mélange de charbon et d'oxyde du métal dont on veut obtenir le carbure, cet oxyde pouvant être remplacé par le carbonate ou tout autre corps équivalent.

245 938. — 26 *décembre.* — Thomas-Léopold WILLSON. — **Procédé perfectionné pour la fabrication et la consommation du gaz hydrocarbure.** — Brevet principal.

Revendication. — Le procédé de fabrication de gaz d'éclairage à haute puissance photométrique consistant à combiner de l'eau et du carbure de calcium, à recueillir l'acétylène résultant en l'emmagasinant dans un réservoir convenable, et finalement en le brûlant avec une addition d'oxygène ou d'air dans un brûleur convenable, ainsi que le traitement de l'oxyde de calcium par une matière carbonée dans un four électrique.

1895

244 566. — 23 *janvier.* — Louis-Michel BULLIER. — **Application de l'acétylène à la carburation de l'air et des gaz.** — Brevet principal.

236 160. — 4 *février.* — Louis-Michel BULLIER. — **Procédé de préparation des carbures des métaux alcalino-terreux.** — Certificat d'addition au brevet du 9 février 1894.

Revendication. — Application du procédé décrit dans le brevet principal au traitement des terres rares ou métaux terreux (cérium, thorium, lanthane, etc.).

236 160. — 6 *février.* — Louis-Michel BULLIER. — **Procédé de préparation des carbures des métaux alcalino-terreux.** — Certificat d'addition au brevet du 9 février 1894.

Revendication. — Toutes les applications industrielles des oxydes obtenus comme produits secondaires dans la décomposition par l'eau, de tous les carbures obtenus par le procédé décrit dans le brevet principal.

244 566. — 15 *février.* — Louis-Michel BULLIER. — Certificat d'addition au brevet principal du 23 janvier 1895.

Revendication. — Les applications de l'air carburé par l'acétylène à l'éclairage pour la photographie, et à la production de l'ozone.

245 930. — 19 *mars.* — Edward-Nichols DICKERSON et Julius-John SUCKERT. — **Perfectionnements dans les procédés et appareils propres à produire et liquéfier le gaz acétylène.** — Brevet principal.

Revendication. — La production du gaz acétylène par décomposition par l'eau d'un carbure de métal alcalin ou alcalino-terreux, la liquéfaction de ce gaz sous la pression développée par le gaz produit; le séchage des gaz par contact avec ledit carbure; l'introduction du gaz dans des réceptacles qui peuvent être séparés de l'appareil de liquéfaction et employés en vue du transport.

246 000. — 21 *mars.* — Louis-Michel BULLIER. — **Nouveau procédé permettant l'application pratique de l'acétylène et des gaz riches en carbone à l'éclairage et au chauffage.** — Brevet principal.

Revendication. — Le procédé consistant à diluer les gaz riches dans de l'azote ou autres gaz inertes, en vue de permettre leur combustion dans les becs et appareils ordinaires.

246 768. — 20 *avril.* — Louis-Michel BULLIER. — **Système de bec pour l'éclairage au moyen de l'acétylène et autres gaz riches en carbone.**

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 30 décembre 1895.

Nouvelles propriétés des rayons cathodiques. — Note de M. Jean Perrin, présentée par M. Lippmann. — I. On a imaginé deux hypothèses pour expliquer les propriétés des rayons cathodiques.

Les uns, avec Goldstein, Hertz ou Lenard, pensent que ce phénomène est dû, comme la lumière, à des vibrations de l'éther [1], ou même que c'est une lumière, à courte longueur d'onde. On conçoit bien alors que ces rayons aient une trajectoire rectiligne, excitent la phosphorescence, et impressionnent les plaques photographiques.

D'autres, avec Crookes ou J.-J. Thomson, pensent que ces rayons sont formés par de la matière chargée négativement et cheminant avec une grande vitesse. Et l'on conçoit alors très bien leurs propriétés mécaniques, ainsi que la façon dont ils s'incurvent dans un champ magnétique.

Cette dernière hypothèse m'a suggéré quelques expériences que je vais résumer sans m'inquiéter, pour le moment, de rechercher si elle rend compte de tous les faits jusqu'à présent connus, et si elle peut seule en rendre compte.

Ses partisans admettent que les rayons cathodiques sont chargés négativement; à ma connaissance, on n'a pas constaté cette électrisation; j'ai d'abord tenté de vérifier si elle existe, ou non.

II. Pour cela, j'ai fait appel aux lois de l'influence, qui permettent de constater l'introduction de charges électriques à l'intérieur d'une enceinte conductrice close, et de les mesurer. J'ai donc fait pénétrer des rayons cathodiques dans un cylindre de Faraday.

A cet effet, j'ai employé le tube à vide représenté par la figure 1.

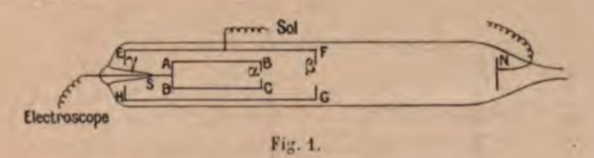


Fig. 1.

ABCD est un cylindre métallique fermé de toutes parts, sauf une petite ouverture α au centre de la face BC. C'est lui qui jouera le rôle de cylindre de Faraday. Un fil métallique, soudé en S à la paroi du tube, fait communiquer ce cylindre avec un électroscope.

EFGH est un deuxième cylindre métallique, *en communication permanente avec le sol*, et percé seulement de deux petites ouvertures en β et γ. Il protège le cylindre de Faraday contre toute influence extérieure.

Enfin, à 0.10 m environ en avant de FG, se trouve l'électrode N.

L'électrode N servait de cathode; l'anode était formée par le cylindre protecteur EFGH : un pinceau de rayons cathodiques pénétrait alors dans le cylindre de Faraday. Invariablement, ce cylindre se chargeait d'électricité négative.

Le tube à vide pouvait être placé entre les pôles d'un électro-aimant.

Quand on excitait ce dernier, les rayons cathodiques, déviés, n'entraient plus dans le cylindre de Faraday : alors ce cylindre ne se chargeait pas; il se chargeait aussitôt qu'on cessait d'exciter l'électro-aimant [1].

Bref, le cylindre de Faraday se charge négativement quand les rayons cathodiques y pénètrent, et seulement quand ils y pénètrent : *les rayons cathodiques sont donc chargés d'électricité négative.*

On peut mesurer la quantité d'électricité que débitent ces rayons. Je n'ai pas terminé cette étude, mais je donnerai une idée de l'ordre de grandeur des charges obtenues en disant que pour un de mes tubes, à une pression mesurée par 20 microns de mercure, et pour une seule interruption du primaire de la bobine, le cylindre de Faraday recevait assez d'électricité pour porter à 300 volts une capacité de 600 unités C.G.S.

III. Les rayons cathodiques étant chargés négativement, le principe de la conservation de l'électricité porte à rechercher quelque part les charges positives correspondantes. Je crois les avoir trouvées dans la région même où se forment les rayons cathodiques, et avoir constaté qu'elles cheminent en sens inverse, en se précipitant sur la cathode.

Pour vérifier cette hypothèse, il suffit d'employer une cathode creuse, et percée d'une petite ouverture par laquelle puisse entrer une partie de l'électricité positive attirée. Cette électricité pourra alors agir sur un cylindre de Faraday intérieur à la cathode.

Le cylindre protecteur EFGH, avec son ouverture β, remplit ces conditions; je l'ai donc employé, cette fois, comme cathode, l'électrode N étant anode.

Le cylindre de Faraday s'est alors invariablement chargé d'*électricité positive.*

Les charges positives étaient de l'ordre de grandeur des charges négatives précédemment obtenues.

Ainsi, en même temps que de l'électricité négative est *rayonnée* à partir de la cathode, de l'électricité positive chemine vers cette cathode. J'ai recherché si ce flux positif formait un deuxième système de rayons absolument symétrique au premier.

IV. Pour cela, j'ai construit un tube analogue au précédent (fig. 2), à ceci près que, entre le cylindre de Faraday et l'ouverture β, se trouve un diaphrag[illegible]

(1) Ces vibrations pourraient être autre chose que de la lumière : récemment, M. Jaumann, dont les hypothèses ont été depuis critiquées par M. H. Poincaré, les supposait longitudinales.

(1) Toutes ces expériences réussissaient indifféremment [illegible] bobine d'induction ou avec une machine Wimshurt.

lique percé d'une ouverture β', en sorte que l'électricité positive entrée par β ne puisse agir sur le cylindre de Faraday que si elle traverse aussi le diaphragme β'. Puis j'ai répété les expériences précédentes.

N étant cathode, les rayons cathodiques émis traversent sans difficulté les deux ouvertures β et β' et font diverger fortement les feuilles d'or de l'électroscope. Mais, quand le cylindre protecteur est cathode, le flux positif qui,

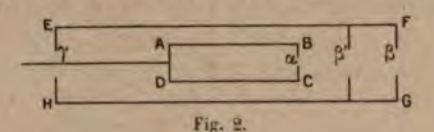


Fig. 2.

d'après l'expérience précédente, pénètre par β, ne réussit pas à séparer les feuilles d'or, sauf aux très basses pressions. En substituant un électromètre à l'électroscope, on voit que l'action du flux positif est réelle mais très faible, et croît lorsque la pression décroît. Dans une série d'expériences, à une pression de 20 μ, elle portait à 10 volts une capacité de 2000 unités C.G.S.; et à une pression de 3 μ, pendant le même temps, elle la portait à 60 volts[1].

On pouvait, au moyen d'un aimant, supprimer totalement cette action.

V. L'ensemble de ces résultats ne paraît pas facilement conciliable avec la théorie qui fait des rayons cathodiques une lumière ultra-violette. Ils s'accordent bien, au contraire, avec la théorie qui en fait un rayonnement matériel et qu'on pourrait, me semble-t-il, énoncer actuellement ainsi :

Au voisinage de la cathode, le champ électrique est assez intense pour briser en morceaux, *en ions*, certaines des molécules du gaz restant. Les ions négatifs partent vers la région où le potentiel croît, acquièrent une vitesse considérable et forment les rayons cathodiques; leur charge électrique et, par suite, leur masse (à raison d'une valence-gramme pour 100 000 coulombs) est facilement mesurable. Les ions positifs se meuvent en sens inverse; ils forment une houppe diffuse, sensible à l'aimant, et pas de rayonnement proprement dit[2].

Sur l'analyse acoustique des mélanges de deux gaz de densités différentes. — Note de M. E. Hardy, présentée par M. A. Cornu. (Renvoi à la Commission précédemment nommée). — Comme suite à la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences le 30 octobre 1895, un microphone a été installé sur chacun des deux tuyaux sonores. Le courant électrique les traverse successivement et passe ensuite dans un récepteur téléphonique ordinaire placé à une distance quelconque de l'appareil. Par suite de cette disposition, le récepteur téléphonique répète avec la plus grande netteté, et en les accentuant, soit le son pur, soit les battements produits par les tuyaux sonores.

[1] La rupture du tube m'a, provisoirement, empêché d'étudier le phénomène à des pressions plus faibles.

[2] Ce travail a été fait au laboratoire de l'École Normale et au laboratoire de M. Pellat, à la Sorbonne.

Enregistreur. — Deux tubes acoustiques partent des enveloppes des tuyaux sonores et viennent aboutir dans un résonateur fermé par une membrane. Cette membrane participe donc aux vibrations des deux tuyaux sonores : elle vibre régulièrement avec une amplitude constante lorsque les tuyaux sonores donnent l'unisson; mais, s'ils produisent des battements, la membrane vibre successivement en de grandes et de petites amplitudes correspondant aux maxima et aux minima de l'intensité du son, c'est-à-dire aux battements. Un style d'argent très élastique repose sur la membrane et suit tous ses mouvements. Lors des grandes amplitudes de la membrane il vient toucher une vis de contact et ferme le courant électrique. Un relais télégraphique traversé par ce courant ne fonctionne donc qu'à chaque battement des tuyaux sonores.

Une horloge tire continuellement une large bande de papier et l'un des mobiles de l'horloge donne chaque cinq minutes un contact électrique qui dure exactement vingt secondes; le courant électrique passe par ce contact avant d'arriver au relais. Une observation aura donc lieu chaque cinq minutes et durera exactement vingt secondes.

Une pile locale commandée par le relais actionne un électro-aimant qui, par l'intermédiaire de divers organes, fait avancer une aiguille à chaque battement des tuyaux sonores ayant lieu pendant les vingt secondes d'observation. Cette aiguille part de zéro à chaque observation, et porte une molette encrée qui trace un arc de cercle sur la bande de papier, en déposant un point à chaque battement.

Lorsque le contact de vingt secondes arrive à sa fin, l'aiguille s'arrête et quelques secondes après un débrayage ramène l'aiguille à zéro.

Avec des mélanges d'air et de gaz d'éclairage faits dans un gazomètre, on a obtenu les résultats suivants :

Pour 1	millième de gaz,	2 à 3	points ou battements en	20	secondes.
— 2	millièmes de gaz,	6	points environ en	20	—
— 5	—	15	—	20	—
— 10	—	30	—	20	—
— 20	—	60	—	20	—

Les tuyaux sonores donnent environ 512 vibrations doubles par seconde à l'air libre, mais les enveloppes modifient ce nombre.

Séance du 6 janvier 1895

Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1896. — Note de M. Th. Moureaux, présentée par M. Mascart. — *Parc Saint-Maur.* — Les observations magnétiques, en 1895, ont été continuées avec les mêmes appareils et réduites d'après les mêmes méthodes que les années précédentes. Les courbes de variations des trois éléments sont dépouillées pour toutes les heures, et les repères vérifiés par des mesures absolues effectuées chaque semaine. La sensibilité des appareils de variations est également vérifiée par de fréquentes graduations.

Les valeurs des divers éléments au 1er janvier 1896 sont déduites de la moyenne de toutes les valeurs horaires

relevées pendant les journées du 31 décembre 1895 et du 1er janvier 1896, rapportées à des mesures absolues faites le 31 décembre et le 2 janvier, par une situation magnétique calme.

La variation séculaire des différents éléments résulte de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1895 (1).

	Valeurs absolues au 1er janvier 1896.	Variation séculaire en 1895.
Déclinaison.	15°6',8	— 5',9
Inclinaison.	65°2',4	— 2',9
Composante horizontale. . .	0,19676	+ 0,00035
— verticale.	0,42272	— 0,00005
Intensité totale.	0,46627	+ 0,00010

L'observatoire du Parc Saint-Maur est situé par 0°9'23" de longitude est, et 48°48'34" de latitude nord.

Perpignan. — Les courbes magnétiques relevées et réduites sous la direction de M. le Dr Fines sont dépouillées également heure par heure. Comme au Parc Saint-Maur, les valeurs au 1er janvier 1896 résultent de la moyenne des valeurs horaires des 31 décembre 1895 et 1er janvier 1896, contrôlées par des mesures absolues que M. Cœurdevache a faites les 28, 29 et 30 décembre.

	Valeurs absolues au 1er janvier 1896.	Variation séculaire en 1895.
Déclinaison.	13°57',3	— 6',1
Inclinaison.	60° 6',9	— 3',0
Composante horizontale. . .	0,22382	+ 0,00037
— verticale.	0,38946	— 0,00015
Intensité totale.	0,44920	+ 0,00006

L'observatoire de Perpignan est situé par 0°32'45" de longitude est, et 42°42'8" de latitude nord.

M. J. Carpentier prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place de Membre libre, laissée vacante par le décès de M. le baron *Larrey*.

M. Javal fait la même demande.
(Renvoi à la Commission.)

Séance du 13 *janvier* 1896.

Une discussion d'un caractère exclusivement mathématique se poursuit dans les *Comptes rendus* entre M. *G. Jaumann* et M. *H. Poincaré* au sujet de la **Théorie des rayons cathodiques.** Nous nous contenterons de signaler cette discussion à ceux de nos lecteurs que la question intéresse.

Sur le phénomène de Hall dans les liquides. — Note de M. H. Bagard, présentée par M. Mascart. (*Extrait.*) — Jusqu'ici le phénomène de Hall a été observé dans les métaux seulement. Des expériences, faites sur les liquides par M. H. Roiti (2), ont amené ce physicien à conclure que l'effet Hall ne s'y produit pas. Cette conclusion était prématurée, car j'ai observé que ce phénomène se manifeste à un haut degré dans les dissolutions. J'ai pu constater, en effet, qu'un champ magnétique très faible produit une déviation très notable des lignes équipotentielles dans une lame liquide d'une épaisseur relativement considérable 1,6 mm, traversée par un courant de quelques centièmes d'ampère seulement.

Pour avoir une idée de la grandeur de l'effet Hall dans les liquides, j'ai calculé, d'une façon approchée, le rapport de l'angle dont est déviée une ligne équipotentielle au nombre qui mesure, en unités C.G.S., l'intensité du champ qui produit cette déviation. J'ai ainsi trouvé le nombre 23×10^{-7} pour la solution A (1); pour la solution B (1), ce rapport a atteint la valeur 133×10^{-7} dans les limites de l'expérience.

Ce dernier nombre, en particulier, est de l'ordre de grandeur de ceux qu'a obtenus M. Leduc (2) pour les échantillons de bismuth qu'il a étudiés, et l'on sait que l'effet Hall est plusieurs milliers de fois plus grand dans ce métal que dans la plupart des autres métaux.

(1) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 42; 1895.

(2) H. Roiti, *Recherche du phénomène de Hall dans les liquides* (*Atti della reale Accad. dei Lincei*, 3e série, t. XII, p. 397; 1882. *Journal de physique*, 2e série, t. II, p. 514; 1883).

Un étalon photométrique à l'acétylène. — Note de M. J. Violle, présentée par M. Mascart. — Comme étalons de lumière, les flammes présentent, au point de vue pratique, des avantages qui les ont fait employer presque exclusivement jusqu'à ce jour. Il est certain, en effet, qu'un gaz de composition chimiquement invariable, brûlant dans des conditions définies, peut servir utilement d'étalon secondaire.

L'acétylène, dont une étude magistrale de M. Berthelot a depuis longtemps montré toute l'importance, paraît convenir très bien pour cet usage. M. Moissan a donné le moyen de préparer facilement ce gaz à l'état de pureté par la simple action de l'eau sur le carbure de calcium, qui, lui-même, se fabrique aisément dans le four électrique.

Si l'on brûle l'acétylène sous une pression un peu forte et dans un bec qui l'étale en une large lame mince, on obtient une flamme parfaitement fixe, très éclairante, d'une blancheur remarquable et d'un éclat sensiblement uniforme sur une assez grande surface. En plaçant devant la flamme un écran percé d'une ouverture de grandeur déterminée (que l'on peut d'ailleurs faire varier suivant les besoins), on obtient une source convenant très bien pour les mesures photométriques usuelles.

Suivant ces principes, posés dans une séance déjà ancienne (21 juin 1895) de la Société française de physique, j'ai fait construire par M. Carpentier, que je tiens à remercier de son précieux concours, une lampe étalon d'un emploi facile. L'acétylène arri[illegible] un petit orifice conique, entraîne avec lui l'ai[illegible]re, puis il pénètre par un trou étroit dans [illegible] fait le

(1) La solution A renferme 4 équivale[illegible]inc et la solution B, 0,5 équivalent du même sel [illegible]

(2) Leduc, *Modifications de la con*[illegible] *champ magnétique* (Thèse). Paris, 1888.

mélange et qui se termine par un bec papillon en stéatite semblable à ceux du gaz d'éclairage.

On peut employer, soit la flamme entière, soit une portion seulement, nettement limitée. Dans le modèle établi, la flamme est enfermée dans une sorte de boîte dont l'une des faces porte un diaphragme à iris, permettant de prendre immédiatement sur la lampe le nombre de bougies dont on a besoin, tandis que l'autre face peut recevoir des ouvertures calibrées à l'avance.

La flamme entière correspond à plus de 100 bougies, sous une pression de 0,30 m d'eau. La dépense d'acétylène étant alors de 58 litres à l'heure, on voit que le pouvoir éclairant de l'acétylène est supérieur à 20 fois celui du gaz de houille brûlé dans un bec Bengel (donnant 1 carcel = 9,6 bougies pour 105 litres), et encore au moins 6 fois celui du même gaz de houille dans un bec Auer (donnant 1 carcel pour 30 litres).

Le spectrophotomètre montre d'ailleurs que dans toute l'étendue du spectre, depuis C jusqu'à F [1], la lumière de l'acétylène diffère peu de celle du platine en fusion, qui sert de définition à l'unité absolue et à laquelle se rattache, comme l'on sait, la bougie, définie le $\frac{1}{20}$ de l'unité absolue.

(1) Au delà, la photographie, qui se prête beaucoup mieux que tout autre moyen à l'étude des rayons de faible longueur d'onde, révèle dans la flamme de l'acétylène une intensité actinique qui sera certainement d'un usage très précieux.

BIBLIOGRAPHIE

Mesures électriques, par Éric Gerard. — *Gauthier-Villars et Fils*, éditeurs. Paris, 1896.

Je ne dirai pas, en employant une métaphore bien connue, que l'univers électrique est suspendu aux lèvres (ou aux livres) de cet heureux auteur. Heureux serait d'ailleurs ici mal placé; on ne peut qualifier tels que les favorisés du sort, du caprice ou de la vogue, ceux que l'engouement élève un jour au pinacle pour les oublier le lendemain, quand leur étoile a pâli ou que le temps leur a ravi les dons d'une nature trop prodigue envers eux. Mais ses œuvres sont impatiemment attendues et avidement enlevées. Le directeur de l'Institut Montefiore est en effet un de ces savants modestes qui n'a jamais fait parler de lui que par ses productions et dont les travaux didactiques, d'une remarquable netteté, d'un ordre élevé et néanmoins facilement accessibles à tous, ont conquis de prime saut la sympathie aussi bien que la considération générales.

La principale cause de cet hommage mérité est sans aucun doute la sûreté de sa doctrine poussée jusqu'aux limites de ce que d'autres, moins imbus des principes harmoniques de la science, appelleraient volontiers des chinoiseries, la correction en tout. Avec lui on est en repos; rien ne détone. Quand on le lit, la pensée se reporte involontairement vers ces grands maîtres de l'art ou tout au moins de ces illustres virtuoses du violon dont la justesse de jeu laisse en toute sécurité savourer le chant merveilleux, sans crainte d'une note tant soit peu discordante et sans l'appréhension d'un réveil pénible, autre que celui de la fin du morceau.

Mais, si tel est le cas avec M. Eric Gerard, je suis bien loin de mon sujet; il ne s'agit pas en effet ici d'art, mais de science, et de ce qu'il y a de plus sec et de plus précis dans la science, des mesures scientifiques. Les C.G.S. me comprendrent néanmoins et me pardonneront cette divagation.

Il n'y a pas d'ailleurs place, en pareille matière, à une demi-mesure. C'est tout ou rien, sous peine de s'embarquer sur un océan plein d'orages et de sombrer à chaque pas dans un abîme sans fond, au milieu d'une inextricable confusion de termes et d'expressions plus ou moins incompatibles, sans cohésion ni homogénéité. Aussi n'hésité-je pas à reconnaître que, nul n'étant prophète en son pays, c'était à M. Éric Gerard qu'échéait mieux qu'à tout autre le droit et le soin de nous fournir les leçons que renferme son ouvrage.

En l'état actuel de la science, le besoin s'en faisait sentir. Depuis la traduction de Kempe, déjà bien loin des notions et de la précision aujourd'hui acquises, nous n'avions rien d'analogue, du moins comme livre spécial. L'essence de celui-ci en est en effet déjà condensée dans plusieurs traités et notamment dans les *Leçons sur l'électricité* du même auteur; mais cette question primordiale des mesures électriques ne pouvait, sous peine d'encombrement, s'y développer avec toute l'ampleur qu'elle exige. C'est ainsi que, pas à pas, nous nous acheminons, comme nous l'avons déjà plusieurs fois fait ressortir, du général vers le particulier, un ouvrage d'ensemble ne suffisant plus aujourd'hui, à moins d'être trop volumineux et dispendieux ou très élémentaire, à embrasser dans une juste répartition les multiples sujets que comporte une science.

Toujours très méthodiquement classées, les matières traitées se divisent en quatre grandes catégories: — Mesures et essais en général, géométriques, mécaniques et photométriques, utiles à l'électricien, — Mesures électriques proprement dites, — Mesures magnétiques, — Applications; le tout suivi des données pratiques et numériques indispensables à la mise en pratique des procédés et méthodes indiqués.

Nous ne surprendrons personne en ajoutant que les éditeurs ont, avec leur soin habituel, cherché à mettre l'exécution matérielle à la hauteur de la valeur intrinsèque de leur publication. Ils ont un talent particulier pour forcer la bourse des travailleurs et les entraîner dans de folles dépenses de livres; mais, qui pis est..., on ne peut le leur reprocher et on ne regrette pas cette prodigalité.

E. Boistel.

Théorie de l'électricité, par A. Vaschy. — *Baudry et Cie*, éditeurs. Paris, 1896.

Ouvrage magistral, ce livre n'est pas de ceux qu'il soit facile ni même possible d'analyser dans les limites et sous la forme qui nous sont assignées. C'est une œuvre de haute science et de véritable philosophie, comme disent les Anglais, émanée d'un profond penseur. Un autre grand savant, un Lord Kelvin, par exemple, pourrait seul se permettre d'en discuter la doctrine en en suivant le développement dans un article de fond. Nous ne pouvons, quant à nous, que nous incliner humblement devant elle :

C'est la fille d'un roi qu'on salue au passage.

A bien prendre les choses, si élevé et révolutionnaire, en apparence, que soit ce remarquable travail, il n'a cependant rien de subversif qui effarouche *a priori* notre terre à terre. Ses conclusions et ses conséquences se présentent, au contraire, à l'esprit comme essentiellement rationnelles, et c'est un premier succès qui n'appartient qu'aux grandes œuvres. Si difficilement accessibles qu'elles soient, elles s'affirment par leur imposante majesté, comme les grandes montagnes, et dominent de toute leur hauteur les basses terres avoisinantes. L'auteur a cherché en effet, comme l'indique le sous-titre de son livre, à présenter un « Exposé des phénomènes électriques et magnétiques fondé uniquement sur l'expérience et le raisonnement », en n'invoquant d'autres principes que ceux admis en mécanique et dans toute la physique et en le dégageant de tout principe spécial à l'électricité. Or on sent que telle doit être la réalité des faits; l'ordre et l'harmonie de la nature imposent cette conception première qui a dû se présenter à bien des esprits; mais de là à le démontrer, il y avait tout un monde à franchir. C'est ce qu'a fait M. Vaschy. Il y aura encore la routine à vaincre; heureusement la difficulté est moindre qu'ailleurs dans les sciences exactes.

Sans doute, quand on dira à bien des gens : Bannissez de votre bagage scientifique la théorie des fluides électriques, l'existence de masses électriques agissant à distance, de forces électromotrices d'origines diverses s'exerçant sur ces masses, de courant d'électricité dans les conducteurs d'électricité et de résistance opposée par ceux-ci, d'électrisation induite dans les corps autres que l'air, d'existence d'une couche double électrique à la surface de séparation de deux corps, etc.; bannissez, disons-nous, tout cela et résignez-vous à ne plus voir comme notions expérimentales fournies par l'étude d'un champ électrique que l'intensité de ce champ, le pouvoir inducteur d'une substance et la conductibilité électrique, il en est plus d'un qui, malgré une vague intuition, demandera qu'on le laisse dans sa vieille manière, non pas de voir, mais de croire voir, et se mettra la tête sous l'aile. D'autres, et ce seront, nous l'espérons, les plus nombreux, séduits par des idées qui donnent plus de satisfaction à leur besoin de netteté et d'unité dans l'ordre scientifique, se jetteront avec avidité sur ces nouvelles conceptions. C'est à eux que s'adresse cet ouvrage, à eux que leur âge appelle à faire progresser la science, et qui, en préparant l'enseignement de demain, éviteront à nos fils de revenir, au cours de leur carrière, sur les données dont auront été imbues leurs premières années.

Instruisons-nous cependant aussi, instruisons-nous toujours, nous autres plus âgés, et tâchons de devancer l'avenir. Au déclin de la vie, c'est une consolation d'entrevoir l'aurore d'un jour nouveau.

Aussi bien cette étude nous sera-t-elle facilitée par la netteté, la clarté et la beauté du texte par lesquelles les éditeurs ont cherché à racheter l'abstraction du sujet et à lui donner plus d'attrait.

E. Boistel.

Électricité industrielle. — Étude pratique des courants alternatifs, par J. Pionchon. — *Gratier et Cie*, éditeurs. Grenoble, 1895.

L'École grenobloise, si l'on peut s'exprimer ainsi, est décidément bien dotée comme professeurs. Après M. Janet, M. Pionchon, son successeur, qui rivalise avec lui d'intérêt et de solidité de doctrine dans la chaire d'Électricité industrielle créée à la Faculté des sciences de cette ville. Si la Suisse a été assez justement désignée comme le centre électrique de l'Europe, il semblerait qu'en cette petite Suisse, si propice au développement des applications électriques, l'enseignement y soit assis sur des bases aussi inébranlables que son sol montagneux, et que le grandiose des paysages y enfante la largeur de vues et la saine conception des phénomènes de la nature.

Le fait est que cet ouvrage en quinze leçons, qui ne sont que la reproduction autographiée du cours de l'éminent professeur, est un des meilleurs, pour ne pas dire le meilleur, qui ait été écrit sur la matière. Étant donné son caractère essentiellement industriel, l'auteur a tenu d'ailleurs à ne pas le charger des fameux « portemanteaux » du Dr d'Arsonval (lire : intégrales).

Dont il aurait pu peindre et orner son ouvrage,

et, si c'était une difficulté, c'est un mérite de plus dont bien des lecteurs lui tiendront compte. L'emploi du système des vecteurs et le traitement géométrique des problèmes qui se présentent dans l'étude des courants alternatifs forment la base de ces excellentes leçons. Ils n'excluent d'ailleurs ni la précision ni la rigueur des démonstrations, et le tout est d'un parfait C.G.S., sans lequel, quoi qu'on en dise ou pense, il n'y a ni unité ni simplicité.

La première leçon, qui n'est autre qu'une introduction à ce cours, est, à elle seule, un remarquable morceau scientifico-littéraire que nous ne sommes pas des derniers à apprécier. Elle nous apprend en outre que cette première série n'est que le prélude de la connaissance complète des moyens de production, de distribution et d'utilisation des courants alternatifs qui sera donnée dans années suivantes. Nous en enregistrons l'anno plaisir et en garantissons d'avance le succès à

Nous espérons qu'alors l'ouvrage sera *éditorialement* assez important pour être imprimé, comme il le mérite. Cette édition autographiée a, en effet, tous les défauts inhérents à ce mode de publication ; elle est trop subordonnée à la lecture exacte et à l'intelligence scientifique du plumitif, avec toutes les incorrections (sinussoïde, hypothênuse, etc.), difficilement réparables, qu'elle comporte, et un ouvrage ainsi présenté doit être doublement bon pour résister à une étude matériellement aussi pénible. Heureusement le fonds et l'intérêt font passer pardessus la forme.

E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Émile Barrault, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

248815. — **Farcot.** — *Perfectionnements aux moteurs à champ tournant* (11 juillet 1895).

237748. — **Société Sautter, Harlé et Cie.** — *Certificat d'addition au brevet pris le* 15 *avril* 1894, *pour nouveau système de machines à courants alternatifs simples ou polyphasés* (2 juillet 1895).

241977. — **Weise.** — *Certificat d'addition au brevet pris le* 10 *octobre* 1894, *pour procédé de fabrication de plaques d'accumulateurs pour batteries secondaires* (4 juillet 1895).

245595. — **Société Ostheimer Brothers.** — *Certificat d'addition au brevet pris le* 26 *février* 1895, *pour une méthode et un appareil pour isoler les conducteurs électriques* (2 juillet 1895).

248754. — **Compagnie Française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux lampes à arc électriques* (9 juillet 1895).

248756. — **Seibold, Clark et Sowdon.** — *Perfectionnements dans les lampes à arc* (9 juillet 1895).

248795. — **Pieper.** — *Appareil pour régler ou mesurer les courants électriques* (10 juillet 1895).

248865. — **Richer.** — *Système d'électro à charnière articulée avec son armature polarisée* (15 juillet 1895).

248881. — **Hacking et Brand.** — *Perfectionnements relatifs aux lampes électriques* (15 juillet 1895).

248044. — **Pellet.** — *Certificat d'addition au brevet pris le* 10 *juin* 1895, *pour système perfectionné de lampes électriques à arc et incandescence combinés* (5 juillet 1895).

248763. — **Gusman et Valentini.** — *Service postal électrique* (9 juillet 1895).

249051. — **Société dite Compagnie de l'Industrie électrique.** — *Système d'éclisse électrique* (22 juillet 1895).

249089. — **Compagnie Française pour l'exploitation des Procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux contrôleurs, série parallèle* (23 juillet 1895).

249090. — **Compagnie Française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux freins électriques* (23 juillet 1895).

249121. — **Bonta.** — *Dispositif pour arrêter les cas électriques ou pour faire varier leur vitesse au moyen de leurs moteurs* (25 juillet 1895).

249050. — **MM. Moskowitz, Adler et Myers.** — *Système d'éclairage électrique perfectionné pour voitures de chemins de fer et dynamo destinée à ce système* (80 juillet 1895).

248996. — **De Dion et Bouton.** — *Régulateur électrique pour moteurs à explosion* (18 juillet 1895).

248804. — **Poursot.** — *Répétiteur électrique d'angle de gouvernail pour navire à vapeur, modifié et perfectionné* (24 avril 1895).

249086. — **Bossard.** — *Appareil pour la galvanoplastie* (25 juillet 1895).

248937. — **Kamm.** — *Perfectionnements aux appareils pour faciliter la pose des conducteurs électriques destinés principalement aux emplois militaires* (16 juillet 1895).

248957. — **Crandall.** — *Appareils électriques pour signaux* (16 juillet 1895).

249071. — **Charollois.** — *Transmetteur microphonique et son procédé de construction* (22 juillet 1895).

249091. — **Ewing Junior.** — *Système de télégraphe écrivant* (25 juillet 1895).

245985. — **Société G. Abôilard et Cie.** — *Certificat d'addition au brevet pris le* 20 *mars* 1895, *pour réseau téléphonique à source d'électricité centrale* (16 juillet 1895).

248901. — **Planques.** — *Nouveau système de distribution de l'électricité dans les installations domestiques desservies par des stations centrales* (16 juillet 1895).

248928. — **Compagnie Française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux régulateurs pour courant alternatif* (16 juillet 1895).

249022. — **Farcot.** — *Nouveau système de collecteur* (20 juillet 1895).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie Parisienne du Gaz. (*Suite.*) — Les dépenses de *premier établissement* sont dues principalement à l'extension des canalisations et des colonnes montantes pour le service des nouveaux abonnés. Leur total s'élève à 5 210 354,75 fr dont 3 831 640,57 fr pour canalisations et colonnes.

Des ventes de terrain pour 1 599 444,61 fr ramènent à 3 610 910,14 fr les dépenses faites en 1894, imputables au compte de premier établissement qui s'établit, au 31 décembre 1894, à 298 285 071,66 fr.

Les *dépenses d'exploitation*, très intéressantes à connaître, peuvent être résumées comme suit :

DÉPENSES

1° *Fabrication. — Matières.*		
Matières premières de distillation.	20 214 487,59	
Chauffage au coke, au goudron, etc.	4 214 939,45	
Gaz en magasin au 1er janvier 1894.	45 4[illegible]0,00	
		24 472 906,84 fr.
2° *Service des usines.*		
Personnel et main-d'œuvre	4 759 011,52	
Entretien : usines, fours et cornues, matériel et outillage, remplacement de générateurs, etc. .	1 571 244,66	
Frais accessoires de distillation. .	1 478 721,57	
Matières d'épuration et main-d'œuvre.	396 612,32	
		8 205 620,07
A reporter		32 678 526,91 fr.

Report.		32 678 526,91
3° *Service de l'éclairage et de la canalisation.*		
Personnel : ingénieurs, agents à traitement fixe	2 039 327,48	
Entretien des conduites	1 105 819,00	
Entretien des conduites montantes	312 152,65	
Frais divers, amendes, timbres, impressions, etc.	416 227,70	
		3 873 526,83
4° *Administration centrale.*		
Conseil d'administration et comité d'exécution	300 000,00	
Personnel	1 268 460,54	
Frais divers, frais de bureaux, de chauffage, etc.	540 187,71	
Servitudes, accidents, secours, etc.	243 061,99	
Contentieux, frais judiciaires	60 730,04	
Débiteurs de gaz insolvables	10 379,55	
Loyers, assurances et entretien des bâtiments	316 586,68	
Emprunts :		
Intérêts	7 101 957,50	
Amortissement	10 507 500,00	
Amortissement des actions	2 888 750,00	
Études et expériences	224 591,34	
Travaux divers	253 898,83	
Caisses des retraites et de prévoyance	1 530 242,85	
		25 229 526,86
5° *Charges municipales.*		
Redevance de 0,02 fr par mètre cube de gaz	5 198 043,52	
Location du sous-sol des rues	200 000,00	
Allumage, extinction et entretien des appareils d'éclairage public, déduction faite de la rémunération que paye la ville de Paris par appareil et par jour	1 186 937,81	
		6 584 981,33
6° *Charges envers l'État.*		
Subvention	6 000,00	
Impositions	974 662,30	
Timbre de titres	144 200,95	
		1 124 863,25
Total des dépenses de l'exploitation		69 491 225,18 fr.

Les recettes d'exploitation ont été les suivantes :

Produit de la vente du gaz	77 098 549,38 fr.
Gaz restant en magasin au 31 décembre 1894	49 650,00
Coke	12 070 754,50
Goudrons	1 920 305,02
Eaux ammoniacales	1 847 779,71
Location de compteurs, de branchements et entretien des robinets	3 408 950,64
Briqueterie	64 459,49
Intérêts et escomptes	805 048,33
Total des produits de l'exploitation	97 265 477,07
En retranchant de ces produits le total des dépenses indiquées plus haut, la différence représente les bénéfices de l'année 1894, qui sont ainsi de	27 774 251,89
A ajouter le solde de la liquidation de 1893	224 164,47
Total	27 998 416,36
Si l'on réserve, pour liquider les dépenses qui n'ont pas été soldées au 31 décembre 1894	298 416,36
Il restait	27 700 000,00
Conformément au traité la Compagnie a prélevé	11 200 000,00
La différence est de	16 500 000,00
Donc la moitié, soit	8 250 000,00 fr.

doit être versée à titre de redevance, dans les caisses de la ville de Paris.

En conséquence la somme revenant aux actionnaires se composait :

1° du prélèvement ci-dessus	11 200 000,00 fr.
2° de la moitié des bénéfices partagés	8 250 000,00
3° de la somme de 50 000 fr portée au crédit des actionnaires et provenant du règlement avec la ville de Paris, de l'emprunt de 1872, en conformité du vote de l'Assemblée générale du 25 mars 1875	50 000,00
4° du solde des bénéfices de 1893 non distribué au mois d'avril 1894 et reporté au crédit des actionnaires	71 683,60
Total	19 571 683,60
A déduire la somme versée à la réserve spéciale, à raison de 1 fr par action, conformément à la délibération précitée	336 000,00
Reste	19 235 683,60 fr.

représentant un dividende pour 1894 inférieur de 1,50 fr par action à celui de 1893.

La diminution des recettes nettes provient d'un prélèvement extraordinaire au profit de la caisse des retraites des employés et ouvriers, prélèvement qu'il n'y aura probablement pas lieu de renouveler cette année.

Si l'on entre dans le détail des produits pour vente de produits secondaires, on constate que ces bénéfices accessoires vont en diminuant chaque année.

Ainsi, la vente des cokes a produit 12 070 754,50 fr contre 14 376 162,97 fr en 1893.

Il est vrai que la diminution de production de gaz a eu pour conséquence directe une diminution proportionnelle de celle du coke, mais comme les prix de vente ont été inférieurs à ceux de 1893, la Compagnie a perdu des deux côtés.

Les *goudrons* ont produit 1 920 305,92 fr contre 1 945 476,87 fr en 1893, soit à peu près la même chose, mais les sous-produits des eaux ammoniacales, par suite d'une hausse que la Compagnie reconnait ne pas devoir se maintenir, ont rapporté 1 847 779,71 fr contre 1 319 781,73 fr en 1893.

La vente des fourneaux à gaz s'est notablement développée : les magasins de vente ont reçu, à eux seuls, 7518 commandes.

L'emploi des moteurs à gaz s'est aussi développé. En 1894 la Compagnie a livré 196 moteurs représentant 850 chevaux-vapeur, contre 191 en 1892 et 225 en 1893.

Actuellement, la Compagnie alimente à Paris 1996 moteurs à gaz représentant 6015 chevaux et consommant 6 925 700 m^3 de gaz.

La vente des appareils de chauffage au coke a été de 1482 poêles contre 1167 en 1893. Cette augmentation est due en grande partie à la baisse des prix du coke.

Tel est, en résumé, le résultat de l'exercice 1894, qui ne présente pas de différence notable avec celui de 1893.

L'assemblée a approuvé les comptes et voté les résolutions suivantes :

Le dividende de l'année 1894 est fixé à 62,50 fr par action de capital.

Sur ce dividende, un acompte de 12,50 fr a été payé en octobre dernier.

En conséquence, il a été payé 50 fr par action de capital et de jouissance, sous déduction de l'impôt.

MM. Em. Camus, Carez, le baron de Heeckeren et Eugène Pereire, administrateurs sortants, ont été réélus, à l'unanimité, membres du Conseil d'administration.

M. Claude-Lafontaine a été élu, à l'unanimité, membre du Conseil d'administration, en remplacement de M. Guët, décédé.

MM. Gilbert-Boucher, Robert Guichard, Luuyt, le baron Michel de Trétaigne et Widmer ont été également réélus, à l'unanimité, membres de la Commission de vérification des comptes.

[illegible]ANT : A. LAHURE.

32556 — Imprimer[illegible] Fleurus à Paris.

SITUATION DES PRINCIPALES VALEURS D'ÉLECTRICITÉ AU 31 DÉCEMBRE 1895

ÉPOQUE DES COUPONS.	DÉSIGNATION DES VALEURS.	NATURE DU TITRE.	NOMBRE DE TITRES ÉMIS.	VALEUR NOMINALE.	TAUX DE REMBOURSEMENT.	ÉPOQUE D'AMORTISSEMENT.	COURS AU 31 DÉCEMBRE 1895.	DATE DU DERNIER PAYEMENT.	NUMÉRO DU COUPON.	MONTANT DU COUPON. BRUT.	MONTANT DU COUPON. NET.
Juin-Décembre.	Société d'Éclairage électrique du secteur de	Action.	6 000	500	»	»	330	1 Déc. 95	4	25	23
	la place Clichy	Oblig. 1re série.	2 500	500	1000	1906	1110	31 Janv. 96	11	25	23
Avril-Octobre.	— —	Oblig. 2e série.	3 000	500	500	»	500,50	2 Oct. 95	5	12,50	11,50
1er Janv.-1er Juil.	— —	Oblig. 3e série.	2 000	500	500	1906	»	1 Janv.	2	11,25	10,30
Mai.	Compagnie continentale Edison	Action.	20 000	500	»	»	500	1 Juillet 96	14	10	9,25
Mai.	— —	Part.	14 000	»	»	»	70	1 Juillet 96	17	3	9,76
—	Société Parisienne d'éclairage et de force par l'électricité	Action.	20 000	500	500	1930	330	1 Juillet 95	3	20	18,49
—	Secteur rive gauche	Action L. 1/2.	6 000	500	500	1943	»	»	»	»	»
—	—	Obligation.	10 000	500	500	1917	495	Oct. 95	3	12,50	11,50
Janvier.	Société l'Éclairage électrique	Action lib. 1/2.	5 140	500	500	1932	180	1 Janv. 95	8	10	9,05
Janvier-Juillet.	Société Travaux, éclairage, force	Action.	3 400	500	500	1922	480	21 Mai. 95	»	30	27,78
—	Société électrique des Pyrénées	Action.	800	500	500	1939	»	»	»	»	»
—	— —	Part.	4 000	»	»	»	»	»	»	»	»
Février-Août.	— —	Obl. 1re et 2e série	200	1000	»	»	120	Avril 95	10.11	5	5
Mai-Novembre.	— —	Obl. 3e et 4e série.	200	1000	»	»	195	Nov. 95	8	5	5
—	— —	Obl. 5e série.	»	»	»	»	»	Nov. 95	2	4	4
—	Société Monégasque d'Électricité	Action.	1 350	500	500	»	»	15 Déc. 95	6	15	15
—	Société Normande d'électricité	Action.	1 600	500	»	»	240	15 Juillet 95	5	15	13,90
Avril-Octobre.	— —	Obligation.	»	»	»	»	»	15 Oct. 95	5	2,75	2,51
—	— —	Part.	»	»	»	»	»	1 Juillet 94	»	2,75	0,74
Juin-Décembre.	Société Toulousaine d'électricité	Action.	»	»	»	»	»	1 Juillet 95	5	7,50	6,90
—	— —	Obligation.	»	»	»	»	»	1 Déc. 95	»	15	13,90
—	Société d'Éclairage électrique de Nantes	Action.	2 400	500	»	»	»	1 Juillet 93	»	15	11,98
—	Éclairage électrique Ducommun et Cie	Action.	»	»	»	»	»	30 Avril 94	3	6	6
Avril-Octobre.	— —	Obligation.	»	»	»	»	»	30 Oct. 95	»	12,50	12
Juin-Décembre.	Breguet et Cie	Action.	6 000	500	»	»	500	1 Juillet 95	7	15	13,75
—	— —	Obligation.	3 000	485	500	1911	485	1 Déc. 95	15	11,25	10,50
—	Société Cance	Action.	1 200	500	»	»	»	1 Juillet 93	25	24	24
—	Société Lyonnaise de mécanique et d'électricité	Action.	36 000	500	500	»	»	1 Avril 94	3	25	23
15 Janv.-15 Juil.	Compagnie Lyonnaise d'électricité	Obligation.	»	»	»	»	87,50	15 Juillet 96	10	12,50	11,35
—	Compagnie Edison Saint-Étienne	Action.	»	»	»	»	»	1 Janv. 95	5	10	10
—	Forces motrices du Rhône	Action.	24 000	500	500	1992	675	Janv. 96	1	9,37	8,60
—	— —	Parts.	6 000	»	»	»	300	»	»	»	»
—	Société d'Éclairage électrique des villes et des communes	Action.	»	»	»	»	»	1 Mai 95	24	6,25	6
—	Compagnie Nat. d'électricité (de Ferranti)	Action.	10 000	500	»	»	»	»	»	»	»
Avril-Octobre.	— —	Obligation.	29 200	257,50	500	1940	260	1 Oct. 95	12	7,50	6,25
—	Société l'Électrochimie	Action anc.	120	5000	»	»	»	1 Août 93	4	250	250
—	— —	Obligations.	»	»	»	»	»	1 Janv. 96	»	12,50	12,50
—	Société Électrogénique	Action.	2 000	500	»	»	»	15 Août 95	7	40	40
—	Société Électro-métallurgique française à Froges, série A	Action.	5 000	500	500	»	715	1 Mai 95	6	30	28,80
—	— — B. 1301 à la fin	Action n. l.	»	»	»	»	695	1 Mai 95	2	21,87	21
—	—	Obligation.	»	»	»	»	695	1 Janv. 96	3	15 »	13,90
Juillet.	Soc. générale des Téléphones (Liquidation)	Action.	50 000	500	»	»	120	Janv. 95	12	9	8,50
—	Société industrielle des Téléphones	Action.	2 000	500	»	1915	150	15 Janv. 96	2	6	5,15
Janvier-Juillet.	— —	Obligation.	20 000	415	500	1944	400	1 Janv. 96	4	10	9,17
—	Société générale des Téléphones de Madrid	Action.	4 000	500	»	»	465	1 Déc. 95	14	200	200
Juillet.	— —	1/5 de Part.	2 000	»	»	»	8	1 Janv. 94	6	2,50	2,34
Avril-Octobre.	Compagnie du Télégraphe de Paris à New-York	Action.	84 000	500	»	»	70	1 Oct. 86	9	5	4,85
—	Soc. Française des câbles télégraphiques	Action.	40 000	250	250	1987	»	»	»	12	10,50
Mai-Novembre.	— —	Obligation.	11 200	500	500	1921	432	1 Nov. 95	9	12,50	11,53
—	— câble Australie	Obligation.	10 420	500	500	1923	420	1 Nov. 95	»	10	9,10
—	Compagnie Thomson-Houston	Action anc.	8 000	500	500	»	»	1 Mai 95	»	25	24
—	— —	—	»	250	»	»	»	1 Mai 95	»	12,50	12
—	— —	Action nouv.	»	500	»	»	»	1 Mai 95	»	14	13,10
15 Avril-15 Oct.	— —	—	»	250	»	»	»	1 Mai 95	»	7,50	3,60
Janvier-Juillet.	Compagnie pour la fab. des compteurs	Action.	14 000	500	»	»	1800	15 Oct. 95	»	45	42
—	Société d'Exploitation des Câbles électriques (Berthoud-Borel)	Action.	»	»	»	»	»	1 Oct. 95	13	25	25
—	L'Électrique	Action priv.	10 000	100	»	»	89,50	1 Juillet 95	8	5	5
—	—	Action ord.	15 000	100	»	»	43,50	1 Juillet 90	»	1	1
—	Société électrique Vevey-Montreux	Action.	1 840	400	»	»	»	3 Mai 95	8	24	24
—	Compagnie de l'Industrie électrique	Action anc.	»	500	»	»	400	1 Oct. 93	5	27,50	27,50
1er Juillet.	Compagnie Belge du téléphone Bell	Action t. p.	7 100	250	»	»	316	15 Mai 95	10	26,25	26,25
—	— —	Part.	5 000	»	»	»	515	15 Mai 93	10	37,40	37,40
—	Société Piémontaise d'Électricité	Action.	»	250	»	»	280	1 Avril 95	3	13,10	13,10
—	*Incandescence Auer*	Action.	20 000	100	100	1932	1150	16 Avril 95	»	180	180

5e Année. — N° 99. 10 Février 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. E. HOSPITALIER. 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Le secteur de la rive gauche de Paris. — Après être restée pendant quelque temps entre les mains de financiers, la concession du secteur de la rive gauche a été transférée le 22 juin 1894 à une Société désireuse d'en faire l'exploitation. Pendant la période nécessaire pour l'établissement des plans, les études des projets, etc., la Société a loué une petite usine établie place du Panthéon, et a commencé la distribution dans les quartiers avoisinants. Après une série d'études et de voyages, la Société décidait d'adopter la distribution de l'énergie électrique par courants alternatifs à 3000 volts et d'établir l'usine en dehors de Paris, 39, quai d'Issy. Au mois de septembre 1895, les fondations n'étaient pas encore complètement terminées, on commençait le montage des fermes de la grande salle des machines, la cheminée était à moitié de sa hauteur, ainsi que nous l'avons montré dans une projection à la *Société internationale des Électriciens* dans la séance du 9 novembre 1895, et, dans les premiers jours de janvier 1896, l'énergie électrique était fournie aux abonnés. C'est par un tour de force prodigieux, dont étaient seuls capables de grands fabricants comme les Usines du Creusot, fournissseurs de tout le matériel, que ces résultats merveilleux ont pu être atteints.

Nous venons de visiter, le 3 février 1896, l'état actuel des travaux. L'usine n'est pas entièrement achevée, mais les grandes lignes se dessinent déjà, et elle fonctionne régulièrement pour alimenter les abonnés qui se hâtent d'accourir, privés depuis si longtemps de lumière électrique.

Nous donnerons aujourd'hui quelques notes sommaires sur cette installation, mais nous nous réservons d'en faire une étude très complète et très détaillée. Les quelques dispositions que nous avons pu examiner nous ont montré que les ingénieurs à la tête du service technique ont su s'inspirer de l'expérience acquise et des écoles faites dans les autres secteurs.

L'usine est située 39, quai d'Issy, à Issy-sur-Seine, dans un immense terrain acquis par la Société, sur les bords de la Seine; l'approvisionnement de charbon sera facile et économique, ainsi que la fourniture d'eau pour la condensation.

La station centrale comprend 2 grands bâtiments accolés, le premier constituant la salle des chaudières, d'une longueur de 94 m sur une largeur de 18 m, et le second, la salle des machines, de 105 m sur 14,50 m. La construction est en pans de fer et briques avec fermes elliptiques pour la salle des machines. La moitié seulement de ces bâtiments est actuellement élevée.

Les chaudières, type du Creusot, multitubulaires, à réservoir supérieur, et à circulation d'eau spécialement aménagée, sont en ce moment au nombre de 7, pouvant fournir chacune 3000 kg de vapeur par heure à la pression de 12 kg : cm². Ces chaudières seront plus tard au nombre de 20, [illegible] par 4 groupes de 5, avec carneaux de fumée, 2 cheminées, canalisation de vapeur et d'alimentation pour chacun. L'alimentation

sera assurée plus tard par l'eau ayant servi à la condensation et ayant subi une série d'épurations pour la débarrasser des huiles et graisses qu'elle aurait pu entraîner. L'eau sera prise à la Seine par un égout spécial, passera dans les condenseurs, dans un filtre à éponges, et sera ramenée aux chaudières par les petits chevaux.

Nous avons vu en ce moment, dans la salle des machines, 3 machines à vapeur horizontales compound de 700 chevaux à la vitesse angulaire de 125 tours par minute. Entre les deux cylindres de chaque machine est placé, actionné directement, un alternateur Ganz, type Zipernowski, construit par les Usines du Creusot, de 400 kw chacun à 3000 volts à la fréquence de 42 périodes par seconde. Ces alternateurs sont à 40 pôles et à inducteurs mobiles. L'usine doit comprendre plus tard 2 groupes chacun de 5 alternateurs semblables, placés à gauche et à droite d'une partie centrale, où se trouveront 4 machines dynamos excitatrices. Ces dernières ne sont actuellement qu'au nombre de 2 et occupent l'extrémité des bâtiments construits. Elles sont commandées chacune par une machine à vapeur horizontale spéciale ; elles sont à 6 pôles, actionnées directement, et donnent 630 ampères à 110 volts et à 200 tours par minute. Une seule suffit pour l'excitation de 4 alternateurs.

En regard des machines excitatrices est placé le tableau de distribution dont l'installation a été particulièrement soignée, et que nous avons beaucoup admiré pour les diverses dispositions nettes, claires, abordables et lisibles. Il est placé sur un balcon, d'où l'électricien peut distinguer toutes les parties de la salle des machines, à une hauteur de 2,50 m au-dessus du sol. Il a une longueur de 17 m. Au centre est le tableau de réglage des machines excitatrices ; à droite le tableau d'arrivée des alternateurs et le réglage de leur alimentation et de leur accouplement avec la ligne ou avec les tableaux de charge dont nous allons parler. Plus loin à droite, les départs des feeders, au nombre de 2 actuellement, avec les lignes nettement distinguées par des couleurs spéciales; à gauche, nous trouvons d'abord un tableau de couplage des alternateurs semblable à celui que nous avons mentionné, puis un tableau de couplage sur le rhéostat de charge, et enfin un rhéostat automatique pour les excitatrices. Le rhéostat de charge pour atteindre le synchronisme nécessaire au couplage en quantité est formé d'une série de cadres de rhéostat à fil de maillechort enroulé dans l'amiante ; ces cadres sont mobiles à l'aide de roulettes et peuvent facilement être visités. Ajoutons qu'une circulation d'air énergique a été ménagée pour éviter un échauffement. Nous ne pouvons aujourd'hui insister sur toutes ces dispositions ingénieuses, mais nous nous proposons d'y revenir plus tard.

La canalisation est faite en câbles concentriques sous jute et papier armés, système Felten et Guillaume. Ils ont été fabriqués par la Société industrielle des Téléphones dans son usine de Bezons. Les couches de fibre de jute et de papier ont une épaisseur d'environ 5 mm sur chaque conducteur ; à l'extérieur se trouve une double gaine de plomb, une couche de jute asphaltée, avec une armature de feuillard en deux rubans et une couche de jute asphaltée. Ces câbles sont placés directement en terre.

De l'usine partent deux feeders de 200 mm² de section chacun. Ils suivent tous deux la rue Lecourbe, et se divisent ensuite, l'un suivant le boulevard du Montparnasse, et l'autre le boulevard des Invalides. Ils se rejoignent ensuite à la jonction du boulevard Saint-Michel et du boulevard Saint-Germain. Des boîtes de jonction convenablement réparties en certains points de traverse permettent de réunir les deux feeders, et de les alimenter soit par la droite ou par la gauche, suivant les nécessités du service.

Des transformateurs sont établis chez les abonnés dans une pièce fermée à clef et dont le secteur seul a la clef. Ces transformateurs, modèle Zipernowski, sont construits par le Creusot et sont enfermés dans des boîtes en fonte hermétiquement closes.

Dans quelques rues où la distribution peut être chargée, ainsi que sur plusieurs points du secteur, au siège social, à la librairie Delagrave, etc., la Société a installé des sous-stations de transformateurs pour desservir des canalisations secondaires en cuivre nu sur des isolateurs en porcelaine qui ont été fixés dans des caniveaux en ciment sous les trottoirs.

Tels sont les principaux renseignements que nous avons pu nous procurer à ce jour sur le secteur de la rive gauche. Ils nous prouvent que cette affaire est passée actuellement entre les mains d'une Société sérieuse, qui désire établir une distribution d'énergie électrique dans un réseau étendu en utilisant les derniers progrès de la science électrique et en mettant à profit l'expérience acquise jusqu'à ce jour, surtout en ce qui concerne l'installation de l'usine. Paris compte donc dès maintenant un secteur de plus aménagé avec le matériel d'une de nos plus grandes usines de France, *le Creusot*. C'est un nouveau succès qui prouve que l'énergie électrique est de plus en plus appréciée.

Il nous reste à remercier le nouveau directeur de la Société, M. de Tavernier, qui, avec toute son amabilité si connue, a bien voulu nous autoriser à prendre tous les renseignements qui nous étaient nécessaires, sans oublier M. Miet, le directeur de l'usine, qui nous a guidé très obligeamment dans les diverses parties de l'installation. J. L.

Station centrale sur l'Isar près de Munich. — Une très intéressante installation électrique a été faite il y a quelques mois, au-dessus de Munich, sur la rivière Isar, qui donne en cet endroit une chute d'eau importante. M. l'ingénieur Heilmann a fait établir une digue en ciment Portland d'une longueur de 100 m et sur des fondations d'une largeur de 13 m. A une distance de 800 m de la digue se trouve installée l'usine qui renferme 4 turbines. La chute d'eau est en ce point de 5,6 m, et le débit atteint 55 m³ par seconde. La puissance disponible peut donc atteindre actuellement 2000 chevaux; il est encore question d'établir plus tard deux autres usines de même puissance, ce qui porterait la puissance totale à 6000 chevaux.

L'installation actuelle, établie d'après les projets de l'ingénieur Oscar de Miller, a une puissance utile de 1000 chevaux. Nous pouvons en indiquer les lignes générales, d'après notre confrère *Elektrotechnische Zeitschrift*. L'installation comprend 2 turbines Jonval de 500 chevaux à nombre de clapets variable pour le réglage par l'admission de la quantité d'eau. Ces turbines commandent par engrenages 2 alternateurs Brown, Boveri et Cie à courants triphasés donnant 350 kilowatts à 5000 volts et à 500 tours par minute. Le tableau de distribution a été établi par MM. Voigt et Häffner sur les données de M. Miller. La transmission est faite actuellement à une distance de 9 km, jusqu'à Talkirchen et Sendling, aux environs de Munich; elle doit être étendue plus tard à Laim, Gern et autres villages environnants, jusqu'à 15 km. La canalisation est faite en câbles de cuivre nu de 8 mm de diamètre portés sur des isolateurs en porcelaine qui sont établis sur des poteaux. Pour les installations importantes, les transformateurs sont placés chez les abonnés; les installations de faible puissance sont desservies par des réseaux secondaires partant d'une petite station de transformateurs. Ceux-ci sont renfermés dans un petit coffret posé sur les poteaux de la canalisation et renfermant tous les appareils de manœuvre et de sécurité. Les appareils d'utilisation consistent en des lampes pour l'éclairage et un très grand nombre de moteurs de tous systèmes, Brown, Boveri et Cie, Siemens et Halske, *Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft*, qui sont mis en œuvre chez les menuisiers, fabricants de tôles, mécaniciens, charrons, etc. La station centrale n'est en marche que depuis quelques mois, et elle dessert déjà 2500 lampes à incandes-

cence de 16 bougies et 30 moteurs de 0,25 à 25 chevaux. L'énergie électrique est fournie suivant certains tarifs variables d'après le nombre de lampes, de moteurs, et les durées d'utilisation. Une lampe-heure de 16 bougies revient à 3,08 centimes, et 1 cheval-heure 12,345 centimes. Des compteurs peuvent également être placés à la demande des abonnés.

Cette installation est des plus intéressantes, car elle va pouvoir desservir toutes les fabriques et tous les centres industriels des environs de Munich; la société est en effet autorisée à venir jusqu'à Munich même. J. L.

Éclairage électrique de la gare de Munich. — La gare de Munich, après plusieurs essais, a été éclairée électriquement. D'après l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, l'installation comprend 3 chaudières de 130 m² de surface de chauffe à 9 atmosphères, 3 machines à vapeur compound Widmann de 140 chevaux à 8,5 atmosphères et un système de condensation Theisser pour 4000 kg de vapeur par heure. Chaque machine à vapeur commande par courroie un groupe composé d'un alternateur de 51 kw à 2000 volts à 14 pôles et à la fréquence de 50 périodes par seconde et d'une dynamo à courants continus de 35 kw à 330 volts, réunis par un joint élastique et tournant à la vitesse angulaire de 428 tours par minute. L'excitation de l'alternateur est fournie par une partie du courant des dynamos à courants continus. Les alternateurs servent à fournir l'énergie électrique aux lampes dont les extrêmes sont situées à une distance de 4,3 km. Les dynamos à courants continus alimentent un certain nombre de lampes à arc placées en tension au nombre de 6. Des transformateurs établis en divers points ramènent la tension à 120 volts. L'installation comprend au total actuellement 1114 lampes à incandescence de 16 bougies, 76 lampes à arc de 9 ampères et 6 de 12 ampères. Il est à remarquer que les alternateurs ont été pourvus d'un troisième enroulement pour le cas fort probable où les machines à vapeur seraient supprimées et où les alternateurs seraient alimentés par l'énergie électrique fournie en courants triphasés par la distribution de la station sur l'Isar dont nous avons parlé précédemment. Ces alternateurs serviraient alors de moteurs pour commander les dynamos à courants continus de l'installation. J. L.

— Nous apprenons que la *Compagnie de l'Industrie électrique* vient de concéder à MM. Schneider et Cie la construction de son matériel pour la France et ses colonies. La fabrication du matériel Thury va donc être exécutée par les usines du Creusot et l'usine d'Ivry sera fermée incessamment. Si nos renseignements sont exacts, les usines du Creusot, tout en entreprenant la construction des machines du système Thury, continueraient également à exécuter le matériel à courants alternatifs Zipernowsky, Déri et Blathy et les appareils Tesla à champ tournant.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Beuzeville (Eure). — *Éclairage.* — Depuis plus d'un an (nº 72, **1894**, p. 562) il est question de doter cet important chef-lieu de canton d'une station centrale. Si nous en croyons le *Journal de Beuzeville*, un premier essai d'éclairage électrique a été fait il y a quelques jours et dès le lendemain le service a commencé sans interruption.

L'effet de l'éclairage public et surtout des quatre lampes à arc placées dans la ville a été superbe, dit notre confrère, et en venant de toutes les directions, on apercevait au loin une lueur très vive qui donnait au pays un air de fête. La lumière électrique a été adoptée par un grand nombre de commerçants, avant même la mise en marche, et il est à présumer, qu'étant donné le résultat obtenu, les autres ne tarderont pas à profiter des avantages incontestés du nouveau mode d'éclairage.

Combien de grandes villes, combien de sous-préfectures voudraient pouvoir en dire autant! Décidément le gaz peut bien rejoindre les vieilles lunes!

L'éclairage de Beuzeville a été entrepris par M. Lelièvre, concessionnaire de la ville, et qui a formé une Société sous la raison sociale « Lelièvre et Cie » dans le but de lui donner un développement permettant de satisfaire à toutes les demandes.

Fraisans (Doubs). — *Éclairage.* — La nouvelle installation électrique des usines de Fraisans est entièrement terminée et, d'après un écho franc-comtois, elle vient d'être mise en marche.

Huit puissantes lampes à arc de 2000 bougies chacune sont suspendues à 20 m au-dessus du sol au moyen de légers pylônes en fer : ces foyers lumineux projettent sur toute la surface de l'usine et sur les chantiers adjacents, une nappe de lumière blanche permettant d'exécuter comme en plein jour, les manœuvres de nuit, si pénibles auparavant. La réverbération de ces lampes s'aperçoit de très loin, depuis Dôle, paraît-il.

L'intérieur de l'usine est également éclairé par de nombreuses lampes à arc et à incandescence représentant une puissance lumineuse totale de 25 000 bougies. Enfin, un grand nombre de machines-outils, cisailles, treuils, etc., etc., sont commandées par des moteurs électriques dont le fonctionnement est des plus économiques.

Le Croisic (Loire-Inférieure). — *Éclairage.* — La Compagnie de l'Énergie électrique de Nantes est sur le point d'établir au Croisic une usine d'éclairage appelée à desservir, en outre de cette ville, Batz, le Pouliguen, la Baule, Pornichet et Sainte-Marguerite.

Ce serait là un progrès auquel on ne peut qu'applaudir.

Le Mans (Sarthe). — *Éclairage.* — Nous annoncions il y a quelque temps (nº 73, **1895**, p. 4) qu'il allait être question d'établir au Mans un réseau de tramways électriques. Dans une des dernières séances du Conseil municipal, le maire a donné lecture d'une lettre du Ministre des travaux publics demandant que, dans le but d'accélérer la remise des lettres au domicile des destinataires, le futur concessionnaire du tramway électrique, soit astreint par une nouvelle clause insérée au cahier des charges à effectuer gratuitement le transport non seulement des facteurs du télégraphe ainsi que cela a été expressément spécifié, mais aussi celui des sous-agents des postes.

Cette modification, à laquelle le Conseil est favorable, sera demandée au concessionnaire qui, M. le maire en exprime la certitude, n'y fera pas d'opposition.

M. Rubillard profite de cette circonstance pour expliquer que les retards apportés dans l'approbation en haut lieu du cahier des charges en question proviennent des propositions faites ultérieurement par des Sociétés rivales, et qui ont dû être étudiées avant qu'une décision intervienne. Mais il a, dit-il, été avisé tout récemment que ces Compagnies retardataires sont définitivement évincées et qu'il va être, à bref délai, statuer sur les offres du premier traitant.

Le Muy (Var). — *Éclairage.* — Dans le but de compléter ce qui a été dit sur cette ville (nos 78, 90, **1895**, p. 111 et 399), nous donnons aujourd'hui les principales clauses du cahier des charges de l'éclairage électrique du Muy, installé par M. Souchier, de Marseille, à l'aide de moteurs hydrauliques.

« L'installation de cet éclairage est à la charge de l'adjudicataire pour tout ce qui concerne l'usine proprement dite, canalisation de l'usine à la ville et dans cette dernière.

« Les frais de raccordement de la canalisation aux lampes, de pose des consoles, des poteaux, des isolateurs, réflecteurs, etc., sont à la charge de la commune.

« L'adjudicataire donne son éclairage à la commune au prix de 27 fr par lampe de 16 bougies et par an.

« La commune prend, tant pour l'éclairage public que les établissements communaux, 120 lampes environ, dont le coût sera de 3240 fr.

« Elle aura en outre à payer, en dehors de ces 3240 fr, l'entretien de ces lampes, leur remplacement et l'amortissement de la somme employée à l'installation, soit environ 500 fr par an. »

Lupcourt (Meurthe-et-Moselle). — *Éclairage.* — La lumière électrique dans un petit village de 250 habitants, voilà assurément qui n'est ni commun, ni banal! Il est vrai que ce n'est pas à un éclairage public que nous avons affaire, mais à un éclairage particulier, celui d'un orphelinat agricole.

L'inauguration a eu lieu dernièrement et a été l'objet d'une cérémonie religieuse, car tout comme pour une vulgaire cloche que l'on installe dans son clocheton, on a voulu bénir la turbine, la dynamo et la construction qui les abrite!

L'usine, si toutefois on peut lui donner ce nom, comporte une turbine Hercule de la puissance de 2 chevaux actionnant une dynamo Fabius-Henrion, le courant produit à la tension de 110 volts alimente des lampes à incandescence et fournit un éclairage aussi économique que confortable.

Montbéliard (Doubs). — *Éclairage.* — Depuis quelques jours la ville de Montbéliard est dotée en partie de l'éclairage électrique. Le réseau s'étend tous les jours et il y a lieu de penser que l'inauguration ne saurait tarder.

Montluçon. — *Éclairage.* — Une convention vient d'être passée entre M. Mallet et M. P. Lachomette, en vue de l'éclairage électrique de cette ville; nous en extrayons en effet ce qui suit :

« La ville de Montluçon, en le subrogeant à l'égard de la Compagnie actuelle du gaz, dans tous les droits et obligations que crée, tant à cette dernière qu'à la ville de Montluçon, le cahier des charges de 1865, et spécialement les articles 31 et 32 de cet acte, concède à M. Paul-Alfred Mallet, ingénieur, le droit exclusif de vendre du gaz extrait de la houille, tel qu'on l'extrait ordinairement aujourd'hui par distillation de la houille en vase clos, pour servir à l'éclairage, au chauffage, ou comme production de force motrice.

« Il est bien entendu que ce privilège n'est pas un monopole de l'éclairage public et particulier, et la ville et les particuliers auront la faculté de s'en éclairer quand ils voudront et à leur choix par l'électricité ou par tout autre moyen.

« Dans le cas où la ville désirerait s'éclairer à l'électricité ou mettre à la disposition des particuliers ce mode d'éclairage, M. Paul-Alfred Mallet sera tenu de lui fournir l'électricité à des prix et conditions déterminés d'accord entre la ville et M. Mallet, en prenant pour base la moyenne des prix et conditions existant au moment de la mise en vigueur de ce système dans trois villes de France, ayant au moins l'importance de Montluçon. Ces villes devront avoir l'éclairage électrique sans interruption depuis cinq ans, et leurs concessionnaires en tant qu'exploitant l'éclairage électrique ne devront pas avoir été déclarés, soit en faillite, soit en liquidation judiciaire, pendant cette période. Elles devront être, quand au mode et frais de production de l'électricité, dans des conditions semblables à celles de Montluçon.

« Ces prix et conditions seront revisés tous les cinq ans si la ville le désire, en prenant toujours pour base, au moment de la revision, les prix et conditions de trois villes réunissant les conditions ci-dessus et choisies l'une par la ville, l'autre par le concessionnaire, et la troisième par le Président du tribunal de commerce de Montluçon. Le choix de ces trois villes sera fait de la même manière quand il s'agira, lors de la création de l'usine électrique, de déterminer les prix et conditions.

« Et dans les cas où la ville et le concessionnaire ne sauraient ou ne pourraient s'entendre à l'amiable pour l'exécution des clauses ci-dessus relatives aux conditions et au prix de la fourniture de l'électricité, les parties, pour se mettre d'accord, auraient recours au Conseil de préfecture, qui tranchera la difficulté.

« La ville s'engage simplement à interdire pendant toute la durée du présent traité, à toute Compagnie de gaz ou d'électricité concurrente, de placer sur la voirie urbaine des conduites souterraines ou aériennes pour l'éclairage de la ville ou des particuliers, de telle manière que la ville conserve sa pleine et entière liberté d'action, tant pour elle que pour les particuliers à l'égard de tous les modes d'éclairage actuellements connus autres que le gaz et l'électricité, et à l'égard de tous les modes inconnus dont les progrès de la science amèneront la découverte. Il lui sera notablement loisible de donner à tous particuliers et à toutes Compagnies toutes autorisations et permissions de voirie départementale, nationale, nécessaire à l'établissement d'un éclairage quelconque autre que le gaz et l'électricité, soit qu'il s'agisse de l'éclairage public, soit qu'il s'agisse de l'éclairage des particuliers. »

Moulins (Allier). — *Éclairage.* — La ville de Moulins fait poser en ce moment les transformateurs destinés à distribuer dans chaque quartier de la ville l'énergie électrique qui lui est nécessaire. Ces transformateurs, d'une hauteur de 8 m, se composent de trois parties distinctes : 1° d'un pied en fonte dans lequel l'appareil transformateur sera installé; 2° d'une colonne en acier de 6 m de hauteur; 3° d'un chapeau garni de deux godets en porcelaine destinés à isoler les fils aériens. Une cinquantaine de transformateurs vont être répartis sur toute l'étendue de Moulins. Quand la pose sera terminée, l'usine des Jardins-Bas ne fonctionnera plus et toute la lumière sera fournie par la nouvelle usine.

ÉTRANGER

Koursk (Russie). — *Traction électrique.* — Une Société a obtenu, moyennant une somme s'élevant à plusieurs millions de francs, les installations complètes des voies, machines et voitures nécessaires au réseau électrique des tramways de Koursk. L'exploitation probable commencerait au mois d'août prochain.

Orduna (Espagne). — *Éclairage.* — La municipalité de cette ville met au concours l'entreprise d'établissement des eaux et de l'éclairage électrique. Le projet a été étudié et préparé par D. Ramôn de Aguinaga, ingénieur des Ponts et Chaussées, et les travaux sont évalués à 84 729 fr. L'amortissement de cette somme est projeté par 40 annuités de 1250 fr que la municipalité consacre pour l'éclairage public.

Téhéran (Perse). — *Traction électrique.* — L'empire du schah s'ouvre de plus en plus à l'influence et à l'entreprise européennes. On mande de Téhéran qu'une concession vient d'être accordée pour 75 ans à un négociant allemand, M. Félix Moral, pour la construction d'une route reliant la capitale à Bagdad et devant être achevée en deux ans et demi. M. Moral a aussi obtenu le droit exclusif pendant 90 ans d'établir des lignes de tramways à traction électrique entre Téhéran et les villages formant la banlieue septentrionale de cette ville sur une étendue de 16 km.

SUR LE MODE DE COUPLAGE EN PARALLÈLE
DES
DYNAMOS A COURANTS ALTERNATIFS
SIMPLES OU POLYPHASÉS

Les conditions nécessaires pour pouvoir entreprendre ce couplage sont les suivantes :

1° Les machines qui doivent fonctionner simultanément sur un même réseau, doivent donner des courants de même fréquence.

2° Les courants respectifs de chaque machine doivent avoir la même phase au même instant.

3° Les machines doivent donner ces courants sous une même tension.

Lorsque ces conditions se trouvent remplies simultanément, les dynamos peuvent travailler en parallèle sur un même réseau. Mais la mise en circuit d'une dynamo, de même que son retrait de ce circuit, demandent beaucoup de prudence et des manœuvres délicates que l'on ne peut confier qu'à des ouvriers sérieux et parfaitement au courant.

Nous croyons qu'il est utile d'esquisser ici la manière dont on entreprend ces couplages, et d'indiquer les précautions qu'il convient de prendre.

Lorsque toutes les machines sont construites pour marcher au même nombre de tours, on peut les accoupler mécaniquement. C'est un moyen infaillible de les obliger à être toujours en phase. On emploiera à cet effet des embrayages mobiles dont les dents sont disposées de telle façon qu'ils ne puissent agir que si la dynamo se trouve dans la position convenable par rapport aux autres.

Toutes les unités se comportent alors comme si l'on avait une seule grande dynamo. Le réglage de la tension dans la ligne se fait alors d'une façon très simple en accouplant toutes les manettes qui commandent les régulateurs de champ des différentes unités.

On n'a généralement, dans ce cas, qu'une grande machine motrice commandant une transmission parallèle aux arbres des dynamos, comportant autant de poulies que de dynamos. Tous les arbres des dynamos peuvent être couplés ensemble à l'aide des embrayages. On a déjà vu des cas où deux ou plusieurs induits étaient calés sur un même arbre sans accouplement mobile. La seule précaution à prendre dans ce cas consiste à bien caler les différents induits, les uns par rapport aux autres, pour que la marche soit bien synchronique.

Lorsqu'on a deux dynamos qui sont actionnées chacune par une machine à vapeur, et qu'on les réunit par un accouplement rigide, on devra non seulement s'assurer que la puissance se répartit également sur les deux dynamos, mais aussi sur les machines motrices. Si ces machines sont munies de régulateurs de vitesse, il faudra pouvoir effectuer le premier réglage à la main.

Lorsque l'on voudra retirer une des dynamos du circuit, on devra, avant de désembrayer, prendre les précautions nécessaires pour que la totalité du travail à effectuer soit fourni par la dynamo et la machine qui vont rester seules en circuit; sans quoi il se produirait au moment du débrayage des variations de vitesses qui causeraient naturellement des oscillations de tension. On commencera donc par réduire autant que possible le courant de la première dynamo qu'on mettra hors circuit, on réduira la puissance de la machine motrice correspondante, et on désembrayera.

Pour coupler une dynamo on pratiquera de la manière suivante : après l'avoir mise en vitesse, on l'embraye, on répartit la puissance à fournir sur les deux machines motrices et on excite ses inducteurs jusqu'à ce qu'elle donne la même tension que celle qui fonctionne. On ferme alors l'interrupteur principal, et au moyen du régulateur de champ on répartit la puissance sur les deux dynamos également. On peut alors accoupler les manettes des régulateurs de champ, pour simplifier les manœuvres, qui s'effectuent alors comme si l'on n'avait plus qu'une seule machine.

Lorsque deux dynamos sont actionnées directement par l'arbre d'une machine à vapeur, sur lequel leurs induits sont calés à demeure, on procédera toujours comme si l'on n'avait qu'une dynamo unique. Les manettes des régulateurs de champ seront accouplées et manœuvrées par conséquent toujours en même temps.

Si les dynamos sont accouplées chacune directement à leur machine motrice, ou si pour une autre raison il n'y a pas d'accouplement rigide, on procède autrement. Il est indispensable de pouvoir constater si la machine que l'on veut intercaler dans le circuit est en phase avec celles qui y sont déjà. Différents systèmes ont été proposés, celui que nous allons décrire est employé depuis longtemps en Allemagne. L'indicateur de phase en question se compose, comme l'indique la figure 1, d'une ou de plusieurs lampes à incandescence mises en série, dont le nombre varie suivant la tension sous laquelle le réseau est alimenté. Quand on a affaire à des transports de force motrice, et que les tensions deviennent très grandes, on emploie un petit transformateur dont le secondaire alimente une lampe unique. Ces lampes sont, comme l'indique la figure, placées entre la machine et le réseau, de sorte qu'elles fonctionnent même quand le commutateur principal de la machine est ouvert. Il n'est pas nécessaire d'intercaler plus d'un groupe de lampe par machine. Même dans le

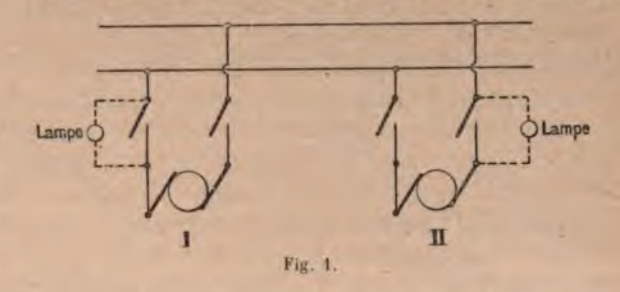


Fig. 1.

cas de courants polyphasés, on doit admettre que lorsqu'une des branches est en concordance de phase, les autres le sont également. Le fonctionnement de cet appareil est excessivement simple. Si la machine à introduire dans ce circuit ne marche pas synchroniquement avec celles qui alimentent le réseau, il y aura entre les deux bornes de la lampe une force électromotrice périodique. Quand la marche synchronique n'est pas atteinte, l'intensité lumineuse de la lampe oscille, et à mesure que la machine s'approche du synchronisme, ces oscillations deviennent plus rares. On réglera donc la vitesse de la machine motrice, et lorsque les lampes resteront éteintes pendant un instant assez long, on fermera le commutateur principal, la machine ayant été naturellement excitée de façon à donner la même tension que celle du réseau.

Il se développe alors aussitôt, dans la dynamo, une force qui maintient la marche synchronique de l'ensemble, et qui agit comme si toutes les dynamos étaient reliées par des accouplements rigides.

Si l'on veut augmenter la puissance de la dynamo ainsi mise en circuit, il faut augmenter la puissance de sa machine motrice, car on ne peut transporter une partie de la puissance d'une dynamo sur l'autre par un réglage du champ magnétique; comme on a l'habitude de le faire dans le cas de dynamos à courant continu. Les génératrices de courants alternatifs ne peuvent se prêter à cette manœuvre. Si l'on varie par trop le champ magnétique des dynamos alimentant parallèlement un même réseau, soit en affaiblissant le champ de l'une tout en augmentant par trop celui de l'autre, sans varier la puissance qui leur est transmise, il peut arriver que ces dynamos cessent de marcher synchroniquement. Il se produit alors de grandes oscillations de courant qui peuvent être dangereuses pour les machines. Il faudra, dans ce cas, réduire l'excitation de toutes les machines à zéro et recommencer la mise en marche à nouveau.

Quand on a des dynamos à bas voltage, on peut à la rigueur ouvrir l'interrupteur principal d'une des génératrices. La force qui maintient le synchronisme est en général suffisamment grande, elle agit directement sur-le-champ, soit en le renforçant, soit en le diminuant; et corrige les variations apportées par la manœuvre du régulateur de champ dans l'excitation. Ce courant de correction ne consomme que très peu d'énergie dégagée en chaleur par effet Joule, lors de son passage dans l'induit. Il peut arriver que la somme des ampères indiqués par les ampèremètres de chaque machine ne concorde pas avec le courant total fourni au réseau. La figure 2 en montre un exemple. Les ampèremètres de chaque machine indiquent chacun 100 ampères, tandis que celui de la ligne qui, à première vue, devrait indiquer 200 ampères, n'en marque réellement que 178. On peut du reste réduire ce courant de correction à sa valeur minima en variant le courant d'excitation tout en observant les indications des ampèremètres. L'indicateur de phase décrit précédemment, accuse d'une façon sensible ce courant de correction.

Lorsque les génératrices sont actionnées par courroies, le synchronisme et la répartition de la charge s'obtiennent par un glissement de la courroie. On devra en conséquence éviter d'avoir des courroies trop courtes, c'est-à-dire de rapprocher trop les axes des génératrices et des transmissions, afin de pouvoir faire de petites corrections, en variant légèrement la tension des courroies. On ne pourra pas, dans ce cas, retirer une génératrice du circuit, en diminuant la puissance que lui fournit la transmission; c'est-à-dire réduire son courant à zéro. Il faudra diminuer autant que possible ce courant en manœuvrant

Fig. 2.

le régulateur de champ, et ouvrir brusquement l'interrupteur. Il ne se produira pas de grandes étincelles.

Nous pouvons résumer ce que nous avons dit plus haut comme suit :

1° Les machines à vapeur doivent être munies de régulateurs ayant des contrepoids pouvant se déplacer à la main, pour qu'il soit possible d'amener la dynamo à son nombre exact de tours, et que l'on puisse régler aisément la puissance pendant la marche. On doit exiger d'une machine un régulateur tel, que l'on puisse produire à la main une variation de 5 à 10 pour 100 du nombre de tours. Ces machines ne doivent pas s'emballer lors de la marche à vide.

2° Le transport de la puissance d'une machine sur une autre doit s'effectuer à l'aide d'un déplacement approprié du contrepoids du régulateur. Le courant de correction se réduira à sa valeur minima au moyen du régulateur de champ.

3° Quand on veut retirer une dynamo du circuit, il n'est pas nécessaire d'amener l'aiguille de l'ampèremètre à zéro. Suivant la nature de l'installation, c'est-à-dire suivant que l'on alimentera des lampes ou des moteurs, on pourra ouvrir brusquement l'interrupteur plus tôt ou plus tard. Lorsqu'on a de hautes tensions, il ne se produit même pas de grandes étincelles en retirant une génératrice du circuit si en ce moment d'autres dynamos continuent à alimenter le réseau. Ce n'est que lorsqu'on retire la dernière machine sans attendre que l'ampèremètre soit à zéro que l'étincelle est dangereuse. C'est pourquoi on retirera la dernière machine du circuit en réduisant peu à peu l'excitation à zéro. A partir de cet instant, l'interrupteur principal pourra être ouvert.

Boy de la Tour.

LES RAILS SOUDÉS

Le principal obstacle à l'extension du système de voies continues par soudage des rails était la crainte que, par le jeu des dilatations, les déplacements considérables auxquels on pouvait s'attendre ne vinssent à déformer ou même à détruire la voie. Rails tordus, traverses arrachées, déraillements sans fin, telles étaient les prédictions des plus timorés, auxquels les techniciens responsables des dégâts prêtaient prudemment l'oreille.

Puis vint la période des essais,... en Amérique, naturellement; timides d'abord, limités à des sections continues de 100 m seulement, puis plus hardis, atteignant bientôt le kilomètre, ils modifièrent immédiatement, dans un sens favorable, l'opinion relativement au système. Aujourd'hui, on dépasse 10 km de rails continus, et, au grand étonnement du grand nombre, rien ne se produit, la voie est plus invariable qu'aucune de celles dont les rails sont séparés de façon à permettre à la dilatation de s'effectuer librement.

Après le succès, vient la théorie du succès. Il serait préférable qu'on l'établit avant, de façon à l'activer. Dans ce cas particulier, il n'est peut-être pas inutile, même en face des heureux résultats du système, de montrer, par deux lignes de calcul, à quoi ils sont dus. Les riverains de certaines voies ferrées s'attendent, dit-on, à chaque dérangement de la voie, à recevoir des rails et des traverses jusqu'au deuxième étage des maisons.

Ces craintes, que l'on exprima au début des essais, et celles qui ont subsisté malgré tout, reposent sur cette idée scolastique, que rien ne résiste à la dilatation. Que l'on interpose, en effet, une barre d'acier de la section d'un rail entre deux butoirs, ils seront bien forts s'ils ne sont pas déplacés lorsqu'on élèvera suffisamment la température de la barre. Qu'adviendra-t-il donc si, au lieu de quelques mètres de métal, on additionne les effets sur des kilomètres? Comment empêchera-t-on les extrémités de se déplacer des trois ou quatre mètres indiqués par le calcul?

L'action des dilatations ne peut être annulée qu'en opposant les déformations élastiques aux déformations thermiques. Un fil d'acier s'allonge de 1/20 000 sous la charge de 1 kg : mm²; cet allongement fait équilibre à la contraction due à un abaissement de la température égal à 4,5 degrés environ. Si, au lieu d'un fil de 1 mm² de section, nous considérons une barre de 10 cm sur 5, équivalant à un rail, la section sera 5000 fois plus forte, et les efforts croîtront dans la même proportion. Il faudra 5 tonnes pour annuler l'effet de la variation de température que nous avons supposée, et, si cette variation atteint 30 degrés en plus ou en moins, les efforts maxima de traction ou de compression seront de 33 tonnes environ.

Il serait illusoire d'essayer d'opposer des efforts mécaniques aux déformations thermiques dans de courtes sections, où chaque portion de la voie, d'une longueur de quelques mètres, aurait à supporter toute cette poussée. Mais ici le calcul tourne à l'avantage du rail continu. Nous avons vu, en effet, que la longueur de la barre dont on veut maintenir les dimensions constantes n'intervient pas dans l'expression de l'effort nécessaire pour atteindre ce résultat. Il sera le même pour 10 km que pour 1 m; il restera de 33 tonnes, dans le cas supposé, d'un rail de 50 cm de section, s'écartant de 30 degrés de la température à laquelle il a été posé, et que nous supposerons être une température moyenne durant l'exploitation.

Mais alors le problème devient facile; il ne s'agit plus de concentrer ces 33 tonnes à l'extrémité même du rail; on peut les répartir sur une section plus ou moins longue, suivant le degré de liberté que l'on voudra tolérer.

Le problème prend alors la forme suivante : étant donnée l'extrémité libre d'un rail, comment devra-t-on répartir les résistances au glissement pour que le déplacement de cette extrémité soit inférieur à une quantité donnée?

Soient α le coefficient de dilatation du rail, θ l'écart de température que l'on peut craindre, s la section du rail, E le module d'élasticité de la matière dont il est formé, l la distance à l'extrémité libre ou contre-butée, F l'effort que l'on peut faire subir à l'amarrage par mètre courant de la voie.

L'allongement d'une section quelconque, entre deux points auxquels les efforts de la voie sont $f_1 = Fl_1$ et $f_2 = Fl_2$ sera donné par

$$\Delta l = \int_{l_1}^{l_2} \left(\alpha\theta - \frac{Fl}{sE}\right) dl.$$

Supposons d'abord que l'extrémité du rail soit libre; la limite supérieure de l'intégrale devra être choisie de manière à annuler la fonction, puisque, au delà de ce point, la dilatation est nulle *a fortiori*, sans pouvoir du reste devenir négative.

On fera donc

$$Fl_2 = \alpha\theta sE = f_2 \quad \text{et} \quad f_1 = 0.$$

L'allongement cherché est alors

$$\Delta l = \frac{1}{2}\frac{\alpha^2\theta^2 sE}{F}.$$

Introduisons les valeurs numériques précédemment admises, savoir un rail d'acier susceptible d'éprouver, par rapport à la température moyenne, des écarts de 30 degrés, avec une section de 50 cm².

La valeur numérique de l'expression précédente sera alors

$$\Delta l = \frac{5}{F}$$

L'unité de force est ici le kilogramme-force, et l'unité de longueur est la même pour F et pour Δl; elle est, du reste, indifférente. Si l'on fait, par [illegible] de,

$$F = 2$$ [illegible]

on aura

$$\Delta l = 0{,}025 \text{ m}$$

Nous pouvons mettre l'expression du mouvement de l'extrémité sous une autre forme, plus commode pour le calcul de la déformation dans le cas du rail contre-buté.

En remplaçant $\frac{\alpha\theta sE}{F}$ par l_2, on trouve

$$\Delta l = \frac{1}{2}\alpha\theta l_2$$

si, maintenant, nous calculons la valeur de l'intégrale entre les limites l_1 et l_2, nous pourrons de même condenser une partie de l'expression trouvée dans la longueur variable et nous aurons finalement

$$\Delta' l = \frac{1}{2}\frac{\alpha\theta}{l_2}(l_2 - l_1)^2;$$

l_1 sera l'expression de la longueur du rail donnant une poussée égale à celle de la butée.

Supposons que, dans l'exemple précédent, l'extrémité du rail soit retenue par un effort de dix tonnes; son mouvement ne sera plus que de 1,32 cm.

Évidemment, l'hypothèse d'une compression du rail dans le sens de son axe, sans la moindre torsion, est insoutenable; le rail, s'il était libre sur une grande longueur, chercherait à échapper latéralement à l'effort longitudinal. Dans ce cas, la flèche qu'il prendrait, s'il était parfaitement libre, serait proportionnelle à sa longueur pour une même dilatation.

La flèche, dans l'hypothèse d'un rail primitivement rectiligne, serait, pour l'exemple choisi, égale à 0,011 de la longueur du rail; elle serait encore de 1,1 m pour une section de 100 m, et atteindrait des valeurs 10 et 100 fois plus grandes pour un rail continu de 1 et 10 km.

Mais c'est dans l'intensité du mal qu'est le remède; les grands déplacements sont empêchés par de très faibles efforts; pour une portée de 1 km, le rail que nous avons supposé prendrait une flèche de 1 m sous une charge centrale de 2 g. Dans le sens horizontal, l'effort serait encore sensiblement moindre, mais la flèche étant proportionnelle au cube de la portée, une dépression de 1 m ne serait plus obtenue que par 2 kg pour 100 m, et par 2 tonnes pour 10 m. Les efforts qui annuleraient la flèche seraient donc, dans ces trois cas, de 22 g, 2,2 kg et 220 kg. On en conclut que les efforts considérables ne peuvent jamais se développer sur de grandes longueurs de la voie, et qu'un soulèvement, ou une déviation latérale, ne pourront pas atteindre des proportions considérables. C'est seulement sur de très petites sections que les efforts latéraux peuvent dépasser l'effet combiné du poids du rail et de l'amarrage; mais ici, il n'est plus absurde de supposer que la compression longitudinale devienne efficace. La déformation du rail devient celle d'une poutre encastrée, et se trouve considérablement réduite.

Ce que nous venons de dire explique comment il se fait que de nombreuses ruptures se produisent aux soudures, dues à des efforts locaux, tandis que l'ensemble de la voie n'éprouve aucune perturbation.

En résumé, le rail continu n'offre aucun des dangers qu'on lui attribue, dus à sa très grande longueur; toutes les perturbations susceptibles de s'accumuler sont aisément maintenues dans les limites admissibles, avec des efforts peu considérables ou même insignifiants. C'est dans les petites sections seulement que peuvent se reproduire des déformations appréciables, les grands déplacements étant rigoureusement annulés. La voie pourra présenter, à certains moments, une série de très petites sinuosités, mais elle conservera sa forme générale.

Ch.-Ed. Guillaume.

INSTALLATION ÉLECTRIQUE
DE ZUFIKON-BREMGARTEN (SUISSE)

Le nombre des installations électriques utilisant pour leur fonctionnement la force motrice hydraulique, est considérable en Suisse, et pourtant ce nombre s'accroît continuellement, grâce à l'admirable configuration de ce pays. Les cours d'eau, qui sont presque toujours à forte pente, procurent généralement l'énergie hydraulique nécessaire. Le tracé de ceux-ci se prête même quelquefois assez bien à leur utilisation. Tel est le cas de la rivière la Reuss, à Bremgarten dans le canton d'Aargau.

L'usine électrique de Zufikon-Bremgarten utilise le cours de la Reuss, et prend l'eau nécessaire à son fonctionnement à environ 1 kilomètre en amont de Bremgarten, entre le couvent Hermetschwyl et l'Oele, où il y a déjà une usine hydraulique. A cet endroit, la rivière décrit une boucle (fig. 1 et 11) dans le cours de laquelle se trouvent de nombreux rapides. La rivière présente pour cette boucle, et sur un parcours d'une longueur de 1300 m, une pente moyenne très élevée, de 3,8 pour 100, soit une dénivellation de 5 m environ. Cette dénivellation a même été portée à 5,65 m par l'établissement d'un barrage, près de Hermetschwyl. Les deux branches de la boucle sont distantes d'environ 350 m. Un canal souterrain réunissant les deux branches de la boucle fut exécuté, et c'est ce canal, dont le tracé est à peu près en ligne droite, qui amène l'eau directement aux turbines de la station génératrice. La figure 1 représente à l'échelle de 1/10000 une vue en plan, montrant très clairement les diffrentes parties de l'installation hydraulique.

La station génératrice de Zufikon-Bremgarten, d'une puissance de 1300 chevaux, fournit actuellement l'énergie électrique à trois abonnés importants, qui sont : les grands ateliers de construction mécanique de la Société par actions de Escher Wyss et Cie, dans les environs de Zurich, utilisant à peu près 400 chevaux; le moulin de la ville, à Zurich, le plus grand moulin à blé de la Suisse,

appartenant à MM. Maggi et Cie, utilisant 250 chevaux. Ces deux stations secondaires sont distantes de 20 km de la station primaire. Le troisième abonné est la commune de Wohlen, placée à 7 km de la station génératrice et utilisant, pour l'éclairage et la force motrice, environ 80 chevaux.

Nous examinerons successivement les différentes parties de cette intéressante installation de Zufikon-Bremgarten, dont le *Schweitzerischen Bauzeitung*, qui nous a obligeamment prêté ses clichés, a donné une description dans ses nos 10 et 12.

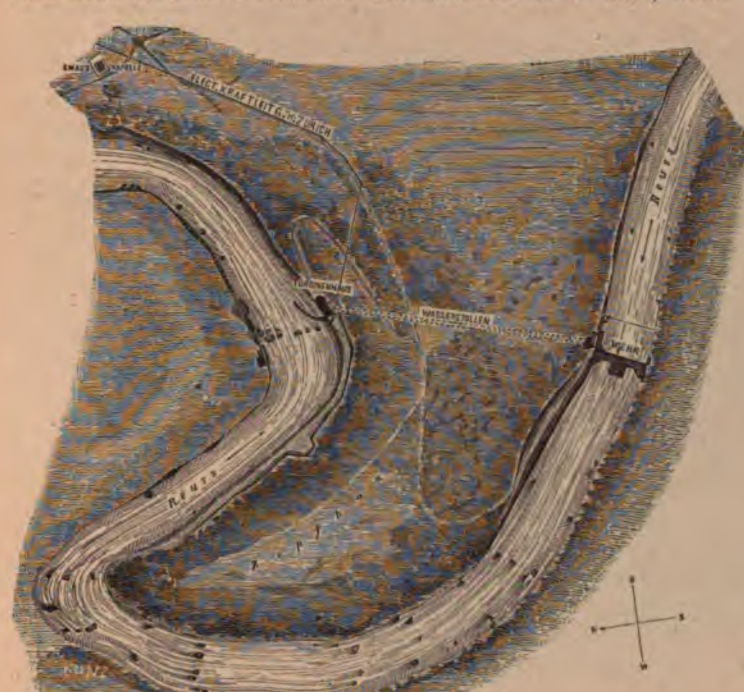


Fig. 1. — Vue en plan de l'installation hydraulique. — Échelle 1/10000.



Fig. 2. — Coupe du canal de dérivation. — Échelle 1/100.

STATION PRIMAIRE DE ZUFIKON-BREMGARTEN

Avant de décrire la station primaire elle-même, nous donnerons quelques détails sur la partie hydraulique de l'installation, qui est due à MM. Locher et Cie, de Zurich.

Debit du canal. — L'installation a été exécutée pour un maximum de débit d'eau de 25 m^3 : sec. Dans les années sèches, la quantité d'eau baisse exceptionnellement, pendant les mois d'hiver, jusqu'à 15 m^3 : sec.



Fig. 3. — Entrée du canal.

Hauteur de chute. — La hauteur de chute entre l'entrée du canal et la sortie aux turbines est de 5,65 m. La

perte de charge dans le canal, pour le débit de 25 m³ : sec, est de 0,32 m. La chute utilisable est donc ainsi de 5,33 m. Quand les eaux sont hautes, cette chute est réduite à 5,15 m.



Fig. 4. — Vue de la station primaire de Zufikon-Bremgarten.

Puissance des turbines. — Pour le débit de 25 m³ : sec et un rendement de 0,75, la puissance effective s'élève à 1500 chevaux.

Barrage. — Le barrage se trouve à peu près à 450 m en aval du couvent Hermetschwyl. La figure 1 en montre la forme générale. Il coupe perpendiculairement le cours



Fig. 5. — Vue de la station primaire de Zufikon-Bremgarten.

de la rivière, et a une longueur d'environ 70 m. Il se compose d'une fondation massive de béton, surmontée d'un seuil et d'une double palissade de madriers. Sur le seuil sont disposées des portes d'écluse en fer, de 1,20 m de hauteur et de 1,80 m de longueur. Ces portes restent abaissées depuis le printemps jusqu'à l'hiver. Elles sont relevées pendant les mois d'hiver quand il y a peu d'eau, et suivant les besoins. Ces portes, lorsqu'elles sont levées, sont tenues et protégées par une construction faible en bois. Lorsqu'il se produit une crue subite et inattendue

de la rivière, cette construction se brise sous l'effet de la pression de l'eau, et laisse ainsi automatiquement tomber les portes d'écluse. La levée des portes est faite à l'aide d'un petit bateau.

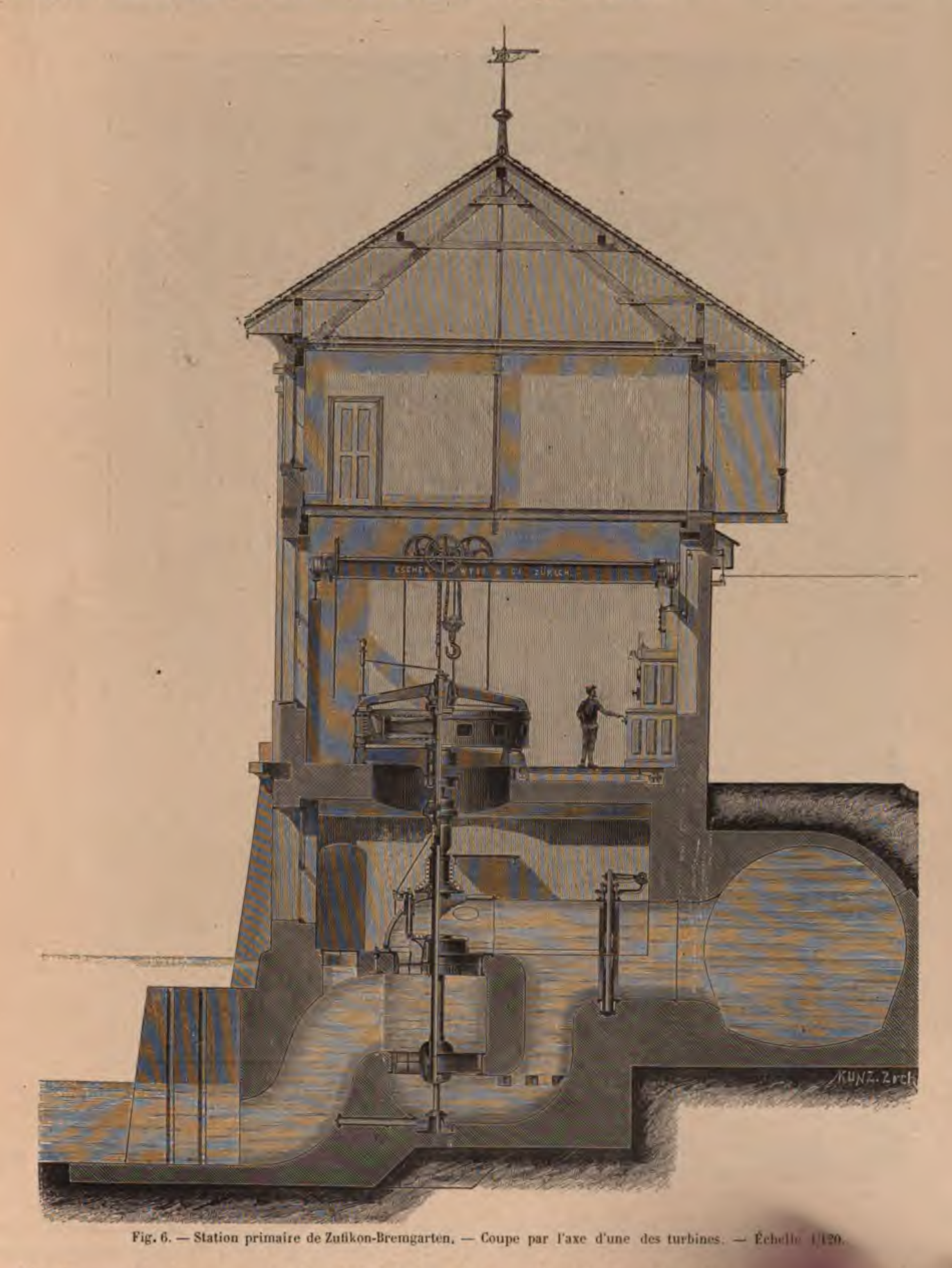


Fig. 6. — Station primaire de Zufikon-Bremgarten. — Coupe par l'axe d'une des turbines. — Échelle 1/120.

Afin d'assurer le barrage contre la détérioration, le corps de ce barrage est disposé suivant le cours du fleuve, avec un long déversoir de 5,4 m de longueur, reposant sur des pilotis en fer, reliés par [illegible] ment de maçonnerie. Au milieu du barrage se trouv[illegible] ursier occupant une largeur de 15 m et affectant, [illegible] réglage de [illegible]

vitesse d'écoulement de l'eau, une pente de $\frac{1}{30}$. Un déversoir semblable, mais plus étroit, est exécuté sur la rive gauche et sert pour la traversée des bateaux. On y a ménagé également une échelle à poissons.

Sur la rive droite, près de l'entrée du canal, le seuil du

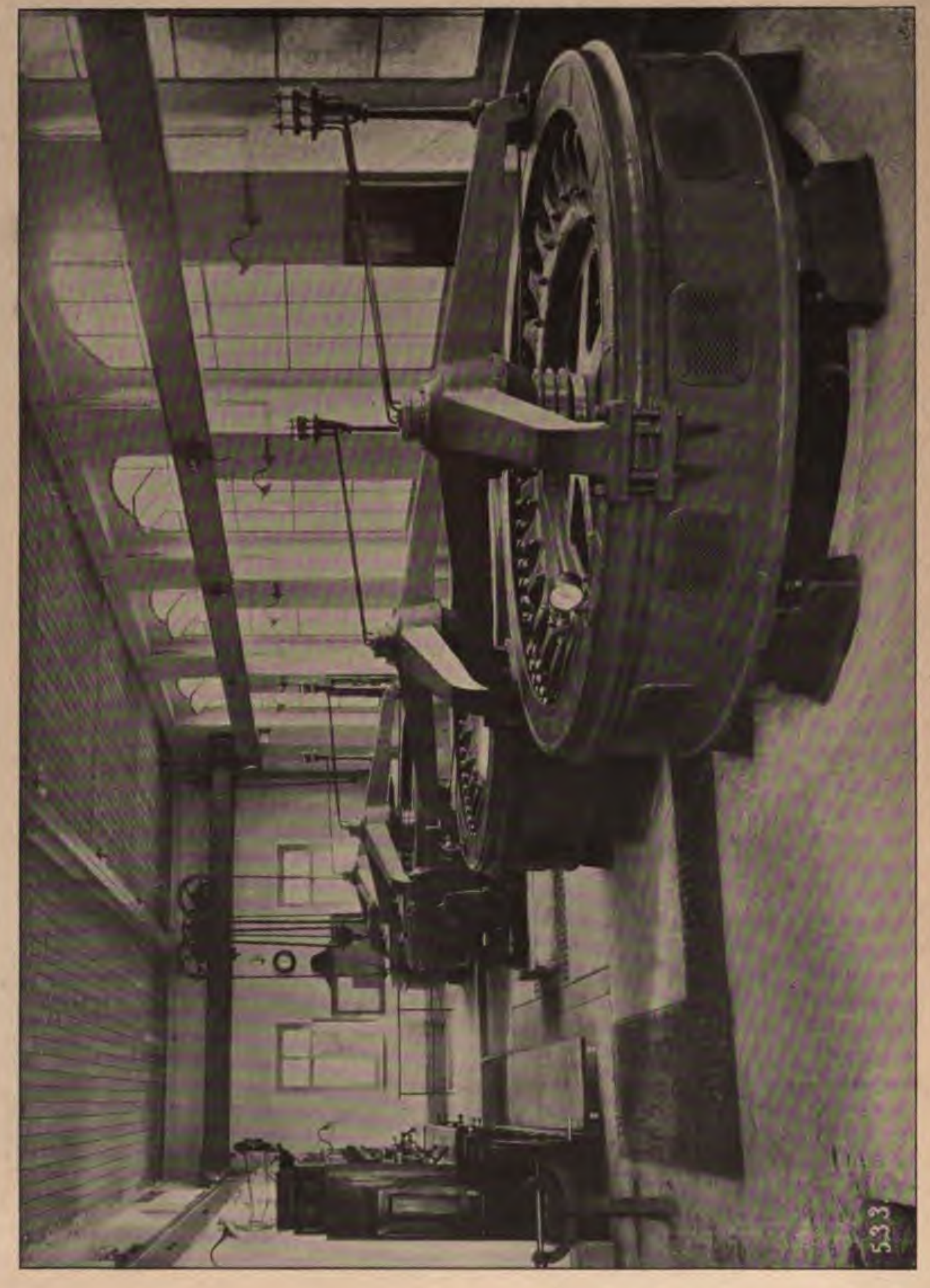


Fig. 7. — Station primaire de Zufikon-Bremgarten. — Vue intérieure de la salle des dynamos.

barrage fixe occupe 4 m de largeur, et il est, à cet endroit, en contre-bas de 1,10 m du reste du seuil, afin que l'eau ne puisse entrainer du gravier avant de tomber dans le canal. L'ouverture ainsi formée est, pendant les basses eaux, fermée par une porte d'écluse en fer, occupant la largeur de 4 m, et d'une hauteur de 2,50 m, ce qui met la partie supérieure de cette porte au même niveau que celle des autres portes. Cette porte est manœuvrée mécaniquement. Le niveau du seuil fixe du barrage a été établi de telle façon que l'accroissement du

niveau dont il est cause ne se fasse pas sentir à plus de 1000 m en amont, pour les hautes eaux. L'eau ne peut ainsi déborder dans la vallée au-dessus de Geisshof (fig. 11).

Entrée du canal. — L'entrée du canal est formée par un bassin ouvert, contre la rive droite de la Reuss (fig. 3). L'eau y pénètre avec une petite vitesse (0,80 m : sec pour les basses eaux). Dans le sens du fleuve sont disposées des vannes, par l'ouverture desquelles l'eau pénètre dans le bassin.

Deux fortes grilles, l'une devant la vanne, l'autre, plus petite, derrière, empêchent les objets qui sont dans l'eau ou à sa surface de pénétrer dans le bassin. Les vannes du canal avec lesquelles l'installation de Bremgarten et le canal peuvent être isolés sont placées à l'entrée du tunnel.

Canal de dérivation. — Le canal, entre le bassin d'entrée et les turbines, est toujours rempli, même pour les basses eaux. Il a une longueur de 350 m, et est construit avec une pente de $\frac{12}{1000}$. Sa section est de 13,62 m² et est représentée fig. 2. Pour le débit de 25 m³ : sec, la vitesse de l'eau est de 1,85 m : sec et la perte de charge de 0,32 m. Sur toute sa longueur, le tunnel est construit en ciment. Le fond et les côtés sont bétonnés. La voûte est en aggloméré. A l'entrée, près du bassin, et à la sortie, aux turbines, la section change, afin d'augmenter ou de diminuer progressivement la vitesse de l'eau.

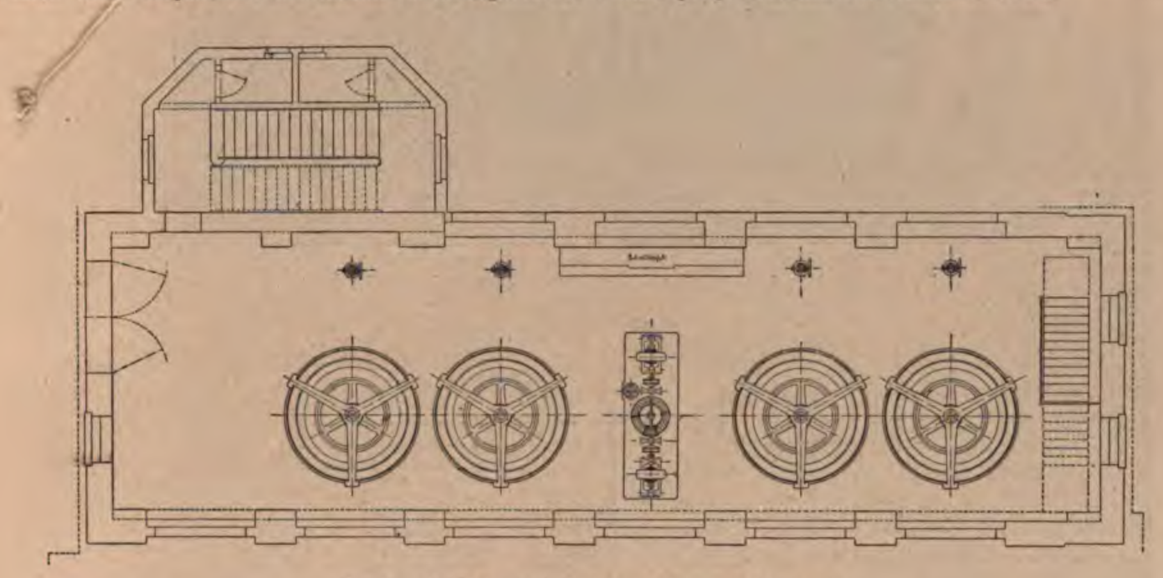


Fig. 8. — Vue en plan de la salle des dynamos. — Échelle 1/200.

Usine génératrice. — L'usine génératrice représentée figure 4 et 5 est située à côté du dernier rapide, en face de l'Oele. Le canal, en arrivant à l'usine, tourne à droite en s'élargissant un peu. Au-dessus de la salle des dynamos se trouve un étage qui se compose d'un bureau, du magasin et de deux logements pour les surveillants des dynamos et des turbines. Le canal de départ a à peu près 30 m de longueur et est formé, du côté droit par l'usine, et du côté gauche par une large digue construite dans le fleuve, et représentée figure 1.

Turbines. — L'installation comprend quatre turbines d'une puissance de 325 chevaux chacune et tournant à la vitesse angulaire de 115 t : m. Ces turbines sont à réaction double (brevet Escher Wyss), avec arbre vertical et équilibrage par pression d'eau. Sur un arbre commun sont fixées (fig. 6) deux roues de turbines ; celle du bas est attaquée à sa partie inférieure, et celle du haut à sa partie supérieure. La pression de l'eau sur les aubes se faisant en sens inverse pour les deux roues, celles-ci ont des réactions égales et opposées qui s'équilibrent mutuellement.

Le moyeu de la roue inférieure est constitué par un disque plein sur lequel la pression de l'eau s'exerce pour supporter une partie du poids de la partie mobile. Les deux roues sont à double couronne, et la couronne intérieure de la turbine supérieure porte un régulateur ; l'autre turbine est sans régulateur.

En outre des quatre grandes turbines, il y a dans une pièce séparée une petite turbine d'une puissance de 34 chevaux, tournant à 410 t : m, et qui est employée pour le fonctionnement des machines excitatrices. Le réglage de cette turbine se fait à la main.

La régulation automatique de la vitesse est effectuée avec un régulateur à ressort très sensible, qui, par l'intermédiaire d'un servo-moteur commandé par un cylindre hydraulique, ouvre ou ferme une valve d'admission. L'eau sous haute pression pour le cylin[illegible]raulique est fournie par une pompe de compre[illegible]ccumulateur.

Dynamos génératrices. — Aux q[illegible]orrespondent quatre machines générat[illegible]s triphasés représentées figures 7 et [illegible]es ont

chacune une puissance de 224 kilowatts, c'est-à-dire 525 chevaux. Ces génératrices sont à axe vertical, couplées



Fig. 9. — Tableau de distribution de la station primaire de Zufikon-Bremgarten.

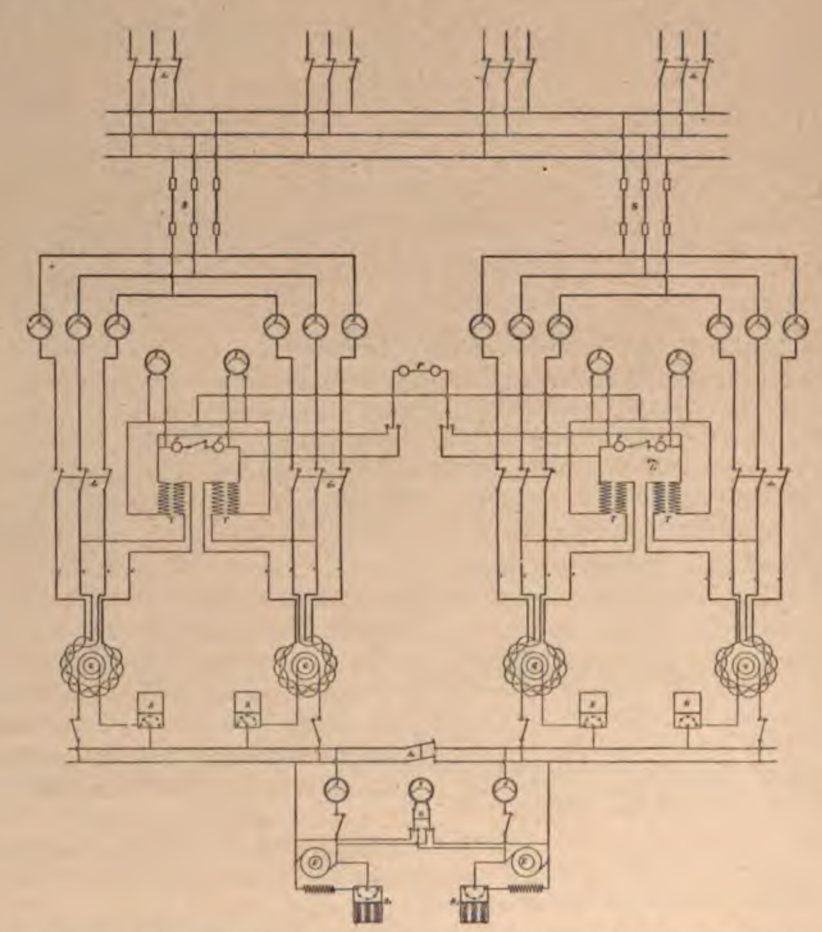


Fig. 10. — Station primaire de Zufikon-Bremgarten. — Schéma de l'installation électrique.

directement avec les turbines, et tournent, par conséquent, à la vitesse angulaire de 115 t: m. La tension

obtenue directement aux bornes de l'induit est de 2900 volts par phase, soit 5000 volts composés.

Dans ces machines la partie induite est fixe, et à l'intérieur de cet induit tourne un inducteur à 52 pôles. Cet inducteur est du type bien connu de Brown, construit par les ateliers d'Oerlikon et dans lequel une seule bobine centrale, traversée par un courant continu, produit des pôles magnétiques alternativement de nom contraire. Le nombre des bobines induites est de 78. Le nombre de pôles étant 52, la vitesse angulaire 115 t:m, le courant alternatif produit a une fréquence de 50 périodes par seconde. Les bobines induites sont complètement protégées, et malgré cela le remplacement d'une bobine peut se faire en très peu de temps.

Les génératrices ont un poids de 20 000 kg et un diamètre extérieur de 3,60 m. La partie mobile, c'est-à-dire l'inducteur, a un diamètre de 2,984 m, et son poids avec l'arbre est de 12 000 kg.

Pour l'excitation des 4 machines génératrices, on se sert de 2 dynamos à courant continu, de 11 kilowatts chacune. Une seule de ces dynamos suffit d'ailleurs pour l'excitation des 4 génératrices à courant triphasé, ainsi que pour l'éclairage de l'usine. Dans la marche courante, une de ces machines excitatrices sert pour deux génératrices. Ces machines sont du type à 4 pôles d'Oerlikon, avec induit en tambour. Elles fournissent une tension de 150 volts et tournent à la vitesse angulaire de 600 t:m. Elles sont actionnées par la turbine de 34 chevaux au moyen d'une roue d'angle. Un embrayage à friction permet l'accouplement ou l'arrêt de chacune des excitatrices. La vue en plan (fig. 8) montre ces dispositions.



Fig. 11. — Plan des lignes à haute tension de Zufikon-Bremgarten à Wohlen et à Zurich. — Échelle 1/150000.
Extrait de la carte Dufour avec autorisation du Bureau topographique.

Tableau de distribution. — Un tableau de distribution (fig. 9), d'environ 5 m de longueur, comporte les appareils de contrôle, de régulation, etc. nécessaires à la marche de l'usine.

Sur le panneau du milieu sont montés les appareils nécessaires pour les machines excitatrices. Les deux panneaux extérieurs servent pour les instruments des machines à courants triphasés, chaque panneau pour deux génératrices.

Le couplage en parallèle des machines s'effectue sans résistance de charge, simplement à l'aide des rhéostats de champ et des lampes indicatrices de phase.

La figure 10 donne le schéma de l'installation électrique. Les quatre génératrices sont représentées en G, et leurs rhéostats d'excitation en R. Les machines excitatrices E sont munies de rhéostats d'excitation R_1, d'ampèremètres A et d'un voltmètre V, servant pour les deux machines au moyen d'un bipolaire à deux directions U. En A*u* sont les interrupteurs tripolaires à haute tension des génératrices dont chaque fil est muni d'ampèremètres A. Les plombs de sûreté S servent pour le courant de deux machines, et sont placés avant les barres communes de distribution, d'où partent, munies chacune d'un interrupteur tripolaire, les lignes de distribution à haute tension.

La différence de potentiel aux bornes de chaque machine génératrice est mesurée par l'intermédiaire de transformateurs T, dont le primaire est alimenté sur une

phase, et sur le secondaire desquels sont branchés les voltmètres V et les lampes de phase P, servant pour le couplage en quantité des génératrices.

Canalisation. — La canalisation comprend 2 parties, l'une pour Zurich, l'autre pour Wohlen. La partie de Zurich a une longueur de 20 km et se compose de 2 lignes de chacune 3 fils. Le diamètre du fil est de 7,7 mm. Les fils sont supportés, à l'aide d'isolateurs à huile, par des poteaux en bois de 12 m de hauteur et de 18 à 20 cm de circonférence en haut. Chaque poteau porte un parafoudre. Il y a en tout 450 poteaux.

Près de Dietikon se trouve un croisement avec le chemin de fer Nordost-Bahn (fig. 11 et 12), sur le bord de la rivière la Limmat. On a dû installer en cet endroit une construction se composant de 2 piliers croisillonnés en fer, reliés en haut par une passerelle. Dans la partie vide de ce pont passent des fils isolés, placés sur les mêmes



Fig. 12. — Passerelle au-dessus du chemin de fer pour le passage de la ligne à haute tension allant à Zurich.

isolateurs que les fils nus. Par mesure de précaution, un entourage en bois garnit la passerelle. La hauteur de celle-ci au-dessus des rails est de 9,20 m et les deux piliers sont espacés de 16,5 m.

Les poteaux en bois sont, en moyenne, à une distance l'un de l'autre de 45 m. Aux croisements des lignes avec les rues, on a placé à droite et à gauche de la rue, des poteaux supportant un filet de protection au-dessous des fils.

La ligne de Wohlen a une longueur de 7 km et se compose de 3 fils de 4 mm de diamètre. Elle est installée de la même manière que les deux lignes allant à Zurich.

Rendements. — Pour l'installation électrique, les rendements suivants furent garantis :

Génératrices à courant triphasé, y compris excitation. .	0,94
Ligne vers Zurich.	0,85
Transformateurs.	0,97

ce qui donne un rendement total, au secondaire des transformateurs, tout compris, de 0,77.

L'ensemble de la partie électrique a été fourni et exécuté par les ateliers Oerlikon. Les turbines et la partie mécanique ont été construites par la Société de constructions mécaniques de Escher Wyss et Cie.

L'installation électrique de Zufikon est en fonctionnement depuis le 1er juillet 1894.

(*A suivre.*) P. Gasnier.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 20 janvier 1896.

Sur l'entretien du mouvement du pendule sans perturbations. — Note de M. G. Lippmann (*Extrait*). — 1. On sait qu'un pendule attelé à une horloge n'oscille pas avec la même régularité que s'il demeurait libre : les forces de frottement et les impulsions transmises au pendule par l'ancre qui lui est attachée modifient son mouvement et produisent des perturbations toujours appréciables.

Dans les horloges de précision on a recours à un palliatif : par une construction habile du rouage on arrive à rendre la perturbation sensiblement constante, et à retrouver une marche sensiblement uniforme à une fraction de seconde près par jour. Ce résultat fait honneur aux constructeurs. Il semble même que l'efficacité du palliatif ait fait négliger de chercher le remède, c'est-à-dire la suppression des perturbations. Le présent travail

a pour objet de montrer que cette suppression est possible; qu'il serait peut-être même plus facile de faire disparaître les perturbations que de les maintenir constantes.

2. Soit un pendule oscillant librement. Supposons qu'en un point A quelconque de sa course on lui applique une force instantanée destinée à compenser l'amortissement. Il faut que la direction de l'impulsion soit celle même de la vitesse au moment de l'action; sa grandeur d'ailleurs est définie par la valeur de l'amortissement qu'elle compense. Le problème est donc déterminé. Si le point A est quelconque, l'analyse montre qu'il y a perturbation. Il y a deux cas à considérer : si l'impulsion a lieu pendant la descente, alors que la vitesse et la force sont dirigées vers la verticale, l'impulsion produit une avance. Dans le cas contraire, si l'impulsion a lieu au point A pendant la montée, il se produit un retard. Si le point A se déplace en passant par la verticale, la perturbation change de signe en passant par zéro. D'où la proposition suivante :

Pour qu'une impulsion instantanée, considérée isolément, ne produise aucune perturbation, il faut et il suffit qu'elle ait lieu exactement au moment où le pendule passe par sa position d'équilibre.

Pour entretenir le pendule, une impulsion isolée ne suffit pas; il importe donc de considérer également les actions de deux impulsions consécutives. Supposons que deux impulsions *égales* aient lieu en un *même* point A, l'une à la montée, l'autre à la descente. L'une produit un retard, l'autre une avance; l'analyse montre que ces perturbations sont *égales et de sens contraire*.

3. Pour démontrer les propositions précédentes, portons, sur deux axes rectangulaires, en abscisses les temps, en ordonnées les élongations d'un pendule libre. La courbe figurative du mouvement est TMT_1, très peu différente d'une sinusoïde (fig. 1). Une force instantanée

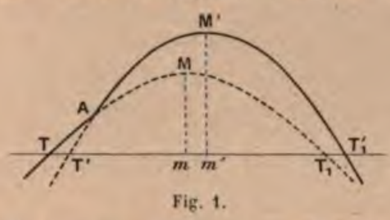


Fig. 1.

agissant en A change la trajectoire du point figuratif qui, à partir de ce moment, parcourt l'arc $AM'T'_1$ d'une courbe dont les ordonnées sont $1 + \varepsilon$ fois plus grandes que celles de la première; ε étant l'amortissement. Tout se passe donc, à partir du point A, comme si le pendule avait passé par la verticale au moment T' différent de T : la perturbation est le retard mesuré par TT'.

Déplaçons la courbe M' parallèlement à elle-même, d'une quantité égale à TT', de façon que les points T', T'_1 se confondent avec T, T_1 (fig. 2). Dès lors le point A de la première figure se dédouble en une corde AA' égale à TT'. Les deux courbes de la figure 2 étant tracées, il suffit de mener une droite d'ordonnée y pour construire la perturbation qui correspond à une impulsion qui a lieu à la distance y de la verticale; cette perturbation est mesurée par la longueur du segment A'A intercepté. Le second segment BB', égal et de sens contraire au premier, représente la perturbation à la descente.

L'expression de la perturbation s'obtient par un calcul très simple. Il suffit d'écrire l'expression de l'élongation du pendule amorti; de développer le second membre en

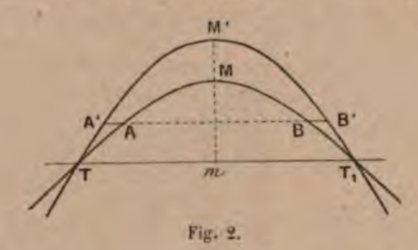


Fig. 2.

série, afin de négliger les termes du second degré par rapport au temps t, et de résoudre par rapport à t; enfin de différentier l'expression de t par rapport à l'amplitude a. On obtient ainsi pour la perturbation θ l'expression

$$\theta = \frac{1}{2\pi} T \frac{y}{a} \mu,$$

T étant la période, μ l'amortissement,

Cette formule donne d'abord les théorèmes énoncés plus haut; elle indique en outre que θ est proportionnel à l'amortissement μ.

Il est donc avantageux de laisser le pendule osciller librement, de ne pas augmenter, de diminuer même autant que possible l'amortissement. On remarquera que l'on peut à la fois faire tendre y vers zéro et obtenir la compensation entre deux perturbations consécutives; ces deux perturbations restent égales et de sens contraire, tout en tendant isolément vers zéro.

4. Par quels dispositifs peut-on réaliser une série d'impulsions instantanées, égales, s'exerçant sur un pendule en un point déterminé de sa course? On peut avoir recours soit à un dispositif électrique, que j'ai construit et qui fonctionne, soit à un dispositif mécanique.

Le dispositif électrique que j'ai réalisé, et qui fonctionne régulièrement, est représenté par la figure théorique (fig. 3). Les actions utilisées sont, non pas des courants en circuit fermé, mais des charges et décharges d'électricité statique.

Un condensateur C (microfarad) est mis périodiquement en relation avec les pôles d'une pile ouverte S. Il se charge à refus, d'une manière sensiblement instantanée. Un inverseur I, qui fonctionne périodiquement, intervertit les communications avec la pile S et, par suite, le signe de la charge du condensateur. Les charges et décharges ainsi produites traversent les bobines D et D' à l'intérieur desquelles est suspendu le barreau aimanté AB fixé au pendule. Le système du barreau mobile dans une bobine a été employé, on le sait, par notre confrère M. Cornu. Ce barreau rec[illegible] une

série d'impulsions alternativement positives et négatives, de même durée que les charges et décharges statiques qui leur donnent naissance.

Le moment du phénomène est déterminé par le contact d'un doigt métallique *a*, fixé au pendule, avec un ressort L, qui est un léger fil de platine. L bat contre le contact fixe *b*, et forme pont entre les contacts *a* et *b*, fermant ainsi le circuit de charge C*ba*BEDD'. Le moment

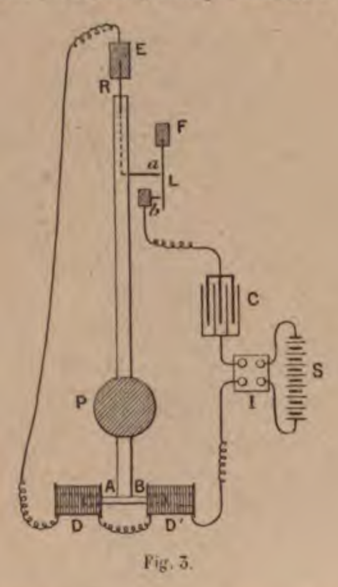


Fig. 3.

de cette fermeture est parfaitement déterminé; c'est celui où il y a contact à la fois en *a* et *b*; à ce moment, le moindre recul du pendule vers la gauche empêche le contact en *a*, son moindre mouvement vers la droite empêche le contact en *b*, de sorte qu'à l'aller et au retour le pont fonctionne pour la même position du pendule.

La précision est d'autant plus grande que le ressort L est un mince fil de platine qui produit des contacts très légers [1].

L'égalité des impulsions, alternativement positives et négatives, est assurée; en effet, la grandeur de chaque impulsion ne dépend que de la quantité d'électricité mise en jeu; la qualité des contacts, la résistance du circuit n'interviennent pas; la force électromotrice de la pile et la capacité du condensateur sont seuls en cause. Or, ces éléments ne varient pas pendant une seconde, et surtout leur valeur moyenne, pendant une série de secondes d'ordre pair, est certainement la même que pendant les secondes intercalaires d'ordre impair.

Il n'y a pas d'étincelles de rupture, car, le condensateur se chargeant à refus, l'équilibre électrique s'établit, et la rupture a lieu sur un circuit sans courant.

En fait, l'appareil que j'ai sommairement installé sans l'aide d'un constructeur, à la Sorbonne, a toujours fonctionné régulièrement.

[1] La figure 3, purement théorique, montre, pour plus de clarté, les contacts *a* et *b* ouverts à la fois. En réalité, le fil L ferme toujours par élasticité le contact L, sauf quand il est lui-même touché et soulevé en *a*. Une vis micrométrique permet de déplacer horizontalement le contact fixe *b*; on le règle de façon qu'il se produise quand le pendule est vertical. Enfin, la portion du fil L qui sert de pont entre *a* et *b* est assez réduite pour que cet élément de longueur du fil puisse être regardé comme inflexible.

Comme source S, à potentiel constant, j'ai utilisé une prise de lampe à incandescence sur les fils du secteur (110 volts). Par suite, la valeur moyenne du courant utilisé était de $2 \times 0{,}00011$ ampère $= 220$ micro-ampères.

Différence d'action de la lumière ultra-violette sur les potentiels explosifs statique et dynamique. — Note de M. R. Swyngedauw, présentée par M. Lippmann. — La plupart des conditions physiques qui font varier l'abaissement du potentiel explosif d'un excitateur sous l'action de la lumière ultra-violette ont été étudiées successivement par divers physiciens. L'influence du mode de charge de l'excitateur ne semble pas avoir été aperçue.

J'ai énoncé, dans une Note antérieure [1], la loi qui régit cette influence. Cette loi est la suivante : ***L'abaissement du potentiel explosif dynamique d'un excitateur éclairé par la lumière ultra-violette est notablement supérieur à l'abaissement du potentiel explosif statique.***

La vérification de cette proposition nécessite la détermination des abaissements du potentiel explosif de l'excitateur chargé, 1° par une méthode statique, 2° par une méthode dynamique.

L'abaissement du potentiel explosif statique de l'excitateur, que j'appellerai *abaissement statique*, se fait directement en mesurant, à l'aide de l'électromètre absolu de MM. Bichat et Blondlot, les potentiels explosifs de l'excitateur éclairé ou non par une source de lumière ultra-violette et chargé lentement, au moyen d'une machine de Holz.

L'abaissement du potentiel explosif dynamique, que j'appellerai *abaissement dynamique*, se mesure par la méthode suivante : On met en communication les deux pôles d'un excitateur avec les deux extrémités d'une bobine traversée par la décharge d'une bouteille de Leyde. La différence de potentiel de l'excitateur, qui est nulle au début de la décharge [2], passe, en une fraction extrêmement petite de seconde, à une valeur plus ou moins grande, suivant le potentiel auquel le condensateur a été chargé; si la bouteille a été chargée à un potentiel de 50 unités électrostatiques G.G.S., les pôles de l'excitateur sont amenés au potentiel de 52 unités statiques C.G.S.

Les expériences étaient faites à l'aide du dispositif suivant. Le circuit d'une bouteille de Leyde, comprenant une bobine d'extrémité B_1, B_2, est interrompu par un excitateur principal I. Les extrémités B_1, B_2 sont en contact avec les pôles d'un excitateur dérivé E. On maintient l'excitateur principal dans des conditions constantes. On détermine la distance explosive maximum à laquelle on peut éloigner les deux pôles de l'excitateur dérivé, pour qu'à chaque étincelle principale en I on observe une étincelle dérivée en E : 1° quand l'excitateur E n'est pas éclairé; 2° quand il est éclairé par la

[1] *Comptes rendus*, 8 juillet 1895.
[2] *Comptes rendus*, 16 juillet 1894.

source de radiations ultra-violettes employée dans la mesure de l'abaissement statique. Avec M. Lodge, j'appellerai cette distance maximum la *distance critique* de l'excitateur dérivé.

L'expérience montre que, si pour une décharge et un excitateur dérivé déterminés, la distance critique est d quand l'excitateur n'est pas éclairé, elle devient $d+\Delta$ quand l'excitateur est éclairé par les radiations ultra-violettes, Δ *étant une fraction notable de* d.

On peut déduire de ces expériences l'abaissement des potentiels explosifs dynamiques à l'aide des propositions suivantes :

I. Les potentiels statique et dynamique d'un excitateur, placé à l'abri des radiations ultra-violettes, sont égaux entre eux.

Ce principe, généralement admis, est vérifié par l'expérience à la condition expresse qu'*on le limite au cas où l'excitateur n'est pas éclairé par les radiations ultra-violettes*.

Il se traduit par l'égalité

$$U'_{\delta n} = U_{\delta n}, \qquad (1)$$

$U'_{\delta n}$ désignant le potentiel explosif dynamique de l'excitateur non éclairé pour la distance δ; $U_{\delta n}$ le potentiel explosif statique du même excitateur non éclairé et pour la même distance explosive δ.

II. Le potentiel explosif correspondant à la distance critique d de l'excitateur E non éclairé est le potentiel maximum U' auquel la décharge peut amener les pôles de l'excitateur dérivé; elle se traduit, en tenant compte de (1), par l'égalité

$$U' = Ud_n. \qquad (2)$$

III. S'il n'éclate pas d'étincelle à l'excitateur dérivé, la loi de la décharge du condensateur dans le circuit n'est pas modifiée par le changement des conditions physiques dans lesquelles l'excitateur dérivé est placé; donc le potentiel maximum U', auquel la décharge peut amener les pôles de E, est le même que cet excitateur soit éclairé ou non par les radiations ultra-violettes; il résulte de cette proposition que le potentiel explosif dynamique $U'_{(d+\Delta)e}$ de l'excitateur E, éclairé pour la distance critique $(d+\Delta)$, ne peut être supérieur au potentiel maximum U' (je démontrerai prochainement qu'en général il il lui est très inférieur). On peut donc écrire, en tenant compte de l'équation (2),

$$U'_{(d+\Delta)e} \leqq Ud_n. \qquad (3)$$

D'après la proposition (I), le potentiel explosif dynamique de l'excitateur non éclairé pour la distance $d+\Delta$ est $U_{(d+\Delta)n}$.

L'abaissement dynamique de l'excitateur E pour la décharge et la distance $d+\Delta$ considérées sera donc

$$A \geqq U_{(d+\Delta)n} - U_{dn}; \qquad (4)$$

le second membre de cette inégalité se détermine par deux mesures électrostatiques de potentiel par l'électromètre absolu.

Si $U_{(d+\Delta)e}$ désigne le potentiel explosif statique de l'excitateur éclairé pour la distance $d+\Delta$, l'abaissement statique de l'excitateur E pour la distance $d+\Delta$ sera

$$A = U_{(d+\Delta)n} - U_{(d+\Delta)e}, \qquad (5)$$

Voici les résultats de quelques expériences faites avec un condensateur de 0,005 microfarad se déchargeant dans une bobine d'une résistance de 1 ohm environ, d'une self-induction de quelques $\frac{1}{10\,000}$ de quadrant, l'excitateur dérivé étant formé de deux sphères de laiton de 1,6 cm de diamètre. L'excitateur principal est formé de sphères de 2 cm. Je désignerai son potentiel explosif par U_1. Les potentiels sont mesurés en unités électrostatiques C.G.S.

La lumière d'une lampe à arc fonctionnant sous le régime de 15 ampères est concentrée, à l'aide d'une lentille en quartz, sur les pôles de E :

$$U_1 = 58,$$
$$d = 4{,}5 \text{ mm}, \quad U_{dn} = 52,$$
$$d+\Delta = 5{,}4 \text{ mm}, \quad U_{(d+\Delta n)} = 60, \quad A' \geqq 8,$$
$$U_{(d+\Delta)e} = 58, \quad A = 2,$$

Les résultats expérimentaux, interprétés comme on vient de le faire, démontrent nettement la proposition énoncée au début de cette Note [1].

Sur un tube de Crookes de forme sphérique, montrant la réflexion des rayons cathodiques par le verre et le métal. — Note de M. GASTON SÉGUY, présentée par M. Lippman. — Une sphère creuse de verre, où le vide a été fait à un millionème d'atmosphère, contient une électrode d'aluminium en forme d'étoile E, placée en son centre. Une seconde électrode S a la forme d'un petit disque D appliqué contre la paroi de verre parallèlement à l'étoile. Cela posé, si l'on intercale l'appareil dans le circuit d'une bobine d'induction qui donne 10 cm. d'étincelle, le disque D étant au pôle négatif, on observe des phénomènes lumineux qui mettent en évidence la réflexion des rayons cathodiques par le verre et le métal.

La gerbe des rayons cathodiques émis par D va frapper et illuminer la paroi opposée D'; on voit l'ombre noire de l'étoile au milieu de la tache lumineuse. Ces mêmes rayons, réfléchis sur le verre en D', reviennent illuminer la paroi qui entoure D, et y forment une seconde ombre de l'étoile E, plus grande que la première. Enfin l'étoile d'aluminium réfléchit une partie de la gerbe partie de D; il en résulte une projection lumineuse de cette étoile, inscrite au milieu de l'ombre de cette même étoile formée sur la paroi D.

Si l'on prend l'étoile d'aluminium comme cathode, les phénomènes lumineux se simplifient : on voit seulement l'étoile se projeter sur les parois de verre opposées, et donner d'elle-même deux images lumineuses en vraie grandeur.

[1] Institut de physique de la Faculté des sciences de Lille.

SYNDICAT PROFESSIONNEL
DES
INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

CHAMBRE SYNDICALE

Séance du 14 janvier 1896.

Présents : MM. *Bénard, Berne, Bernheim, Clemançon, Ducretet, Grammont, Harlé, Hillairet, Meyer, Picou, Radiguet, Roux, Sartiaux, Vivarez.*

Excusé : M. *Violet.*

Les personnes dont les noms suivent demandent leur *adhérence au syndicat :*

M. *Cliche-Madelenat*, électricien, 22, rue de Paris, à Valenciennes. — M. *Erard* (Edouard), ingénieur-conseil, 6, rue d'Assas. — M. *Sirey* (Charles), avocat à la Cour d'appel de Paris, 240, rue Saint-Jacques. — M. *Mondon*, ingénieur, 14, rue du Treuil, à Saint-Etienne. — M. *Buffault*, constructeur, 27, chemin de Barabant, à Lyon. — M. *Parent*, constructeur, 59-60, quai Perrache, à Lyon. — M. *Piguet*, constructeur, 17-25, rue Saint-Léger, à Lyon. — M. *Gauthier* (Michel), ingénieur-électricien, 27, rue Ferraudière, Lyon.

M. Blangonnet, d'Odessa, a adressé la lettre suivante à M. le Président.

« Ayant une ville à éclairer à l'électricité et le groupe de capitalistes décidé à faire l'affaire, je vous serais très reconnaissant si vous vouliez bien m'indiquer à qui je devrais m'adresser de préférence pour l'installation et la fourniture du matériel nécessaire, et me donner quelques formules de contrat avec la municipalité. Comptant sur votre obligeance, je vous prie d'agréer, Monsieur, mes respectueuses civilités. »

La Chambre décide de la publier au procès-verbal, pour la porter ainsi à la connaissance de tous les membres du Syndicat.

M. le Président informe la Chambre qu'il a rendu visite avec M. Sciama à M. *Noblemaire*, directeur de la Compagnie du chemin de fer P. L. M. pour l'entretenir de la question des *Dégrèvements à opérer sur le transport du matériel électrique.*

A la suite de cette visite M. Noblemaire, a demandé à MM. Harlé et Sciama de lui adresser une note.

La note suivante a été adressée à M. Noblemaire.

« *Monsieur le Directeur,*

« L'industrie électrique en France souffre de la concurrence que lui font les constructeurs étrangers dans les régions voisines des frontières.

« C'est auprès de la frontière suisse que ces inconvénients sont les plus sensibles à cause du traitement de faveur accordé aux machines électriques par la convention douanière franco-suisse.

« La lutte est rendue plus difficile à l'industrie française par le transport dont elle est grevée, son centre de production principal étant à Paris.

« Par ces motifs, j'ai l'honneur de vous prier d'examiner quelles réductions pourraient être apportées aux tarifs actuellement en vigueur pour le transport des machines électriques sur votre réseau.

« Il y aurait une importance particulière à réduire les frais de transport des expéditions de 5000 kilos et au-dessus pour des distances de 400 kilomètres et au delà pour nous permettre de lutter contre la concurrence suisse pour les machine de grands poids qui sont importées par Genève dans la région de Lyon et de Grenoble.

« Dans l'espoir d'une réponse favorable, je vous prie d'agréer, etc.

Le Président,
Signé : Harlé. »

M. *Noblemaire*, en réponse à cette note, a adressé à M. Harlé la lettre dont voici la copie :

« *Monsieur,*

« Par votre lettre du 12 décembre courant, vous me demandez s'il nous serait possible de réduire nos prix de transport pour les machines électriques: mais vous ne donnez pas les indications détaillées qui seraient nécessaires pour qu'il nous fût possible de nous rendre compte exactement de l'utilité de réductions de ce genre et de la possibilité de les réaliser.

« Il me serait donc bien difficile, dans ces conditions, d'entreprendre l'étude de la question avec quelque chance d'aboutir.

« Veuillez agréer, etc.

« *Le Directeur de la Cie P. L. M.*
Signé : Noblemaire. »

Pour réunir les indications détaillées réclamées par M. Noblemaire, un travail important est à faire.

A la suite d'une discussion à laquelle prennent part tous les membres présents, il est décidé de renvoyer l'étude de cette question à la Commission des Douanes, en demandant à M. Sciama de la présider. M. Sciama s'est, en effet, occupé déjà de questions analogues au moment de l'établissement des tarifs de douanes et sa situation de membre de la Chambre de Commerce donnera plus de poids encore aux demandes qui pourraient être faites à la suite des délibérations de la Commission.

M. Grammont a reçu de M le Directeur des Postes et Télégraphes du Loiret une lettre lui enjoignant d'*isoler les fils d'une canalisation pour courants alternatifs* à Montargis.

Au reçu de cette lettre, M. Grammont a adressé à M. le Président la lettre dont voici copie :

« *Monsieur le Président,*

« Je vous remets en communication une lettre que je reçois de la direction du Loiret, qui me prescrit des modifications à apporter aux conducteurs placés à Montargis, en vertu des dispositions prises par le ministre du Commerce, de l'Industrie et des Postes et Télégraphes, dispositions que je ne connais pas, et que je vous demande de vouloir bien me faire connaître si cela est en votre pouvoir.

« Lorsque j'ai fait cette installation, je me suis conformé au décret du 15 septembre 1895, et je ne crois pas que la loi du 25 juin 1895, visée dans la susdite lettre, prescrive les modifications qui me sont demandées.

« Je vous serai reconnaissant de me renseigner sur cette question fort embarrassante pour moi, dans l'ignorance où je suis d'une loi ministérielle dont j'entends parler pour la première fois.

« Veuillez agréer, etc. »

En fait, il s'agit de la canalisation primaire de Montargis qui est à 2400 volts à courant alternatif.

M. le Président informe la Chambre que le Comité d'électricité étudie en ce moment un projet d'arrêté destiné à remplacer tous les arrêtés actuellement en vigueur et qu'en attendant, M. Grammont ferait bien de s'adresser au ministre des Postes et Télégraphes, en demandant une tolérance jusqu'à ce que la question de principe ait été tranchée par l'Administration.

M. Mondon, de Saint-Etienne, a envoyé, par la note suivante, un complément de renseignements relatifs à la demande qu'il avait faite à la dernière séance.

« *Monsieur le Président,*

« Nous employons dans notre réseau deux systèmes de distribution d'énergie électrique.

« Dans les localités où nous n'avons que de l'éclairage, nous employons les courants monophasés et la marche à 3 conducteurs.

« A cet effet, deux transformateurs monophasés sont groupés en tension au secondaire.

« Entre un fil extrême et le fil intermédiaire, la différence de potentiel s'élève à 120 volts seulement, mais entre les deux fils extrêmes elle atteint 240 volts efficaces.

« Dans les localités où nous avons à la fois de la lumière et de la force motrice nous employons les courants triphasés.

« La distribution se fait par quatre fils, groupés en étoile avec transformateurs.

« Il y a trois fils de phase et un fil neutre.

« Entre chacun des fils de phase et le fil neutre, la différence de potentiel est aussi de 120 volts. Entre deux fils de phase elle devient de $120 \times \sqrt{3} = 208$ volts efficaces.

« En somme, il s'agirait d'obtenir pour toutes les installations électriques l'autorisation d'établir des conducteurs nus à la traversée des lieux habitués, lorsque les conducteurs sont aériens, toutes les fois que la différence de potentiel entre deux fils quelconques ne dépasse pas 250 volts efficaces.

« En cas de perte à la terre, la tension dangereuse ne pourrait dépasser 250 volts dans les cas les plus défavorables.

« Toutes les tensions indiquées plus haut sont des tensions efficaces.

« La tension de 250 volts en courants alternatifs paraît moins dangereuse que la tension de 400 volts en courants continus.

« Pour ces derniers, l'emploi des fils nus nous est autorisé jusqu'à 400 volts.

« Il est quelquefois d'usage pour comparer les courants alternatifs et les courants continus au point de vue des dangers qu'ils présentent, de considérer pour les premiers, non pas la tension efficace, mais la tension maxima.

On a : E maxima $= \sqrt{2}\, E$. efficace.

« Dans le cas de 250 volts efficaces, on a :

$$E \text{ maxima} = \sqrt{2} \times 250 = 353 \text{ volts.}$$

« On peut donc dire que la tension de 250 volts efficaces en courants alternatifs, est certainement moins dangereuse que la tension de 400 volts en courants continus.

« En courants alternatifs, l'arc est très peu persistant, beaucoup moins qu'en courant continu. Le danger de brûlure n'existe pas.

« Nous espérons que ces explications paraîtront suffisantes pour demander l'autorisation d'employer des fils aériens non isolés jusqu'à 250 volts efficaces.

« Veuillez agréer, etc.

MONDON. »

Comme il a été fait pour la première note de M. Mondon, la Chambre syndicale ne peut que la recommander à l'attention du Comité d'électricité.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office ÉMILE BARRAULT, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

249095. — **Rohmann.** — *Commutateur électrique* (23 juillet 1895).

249036. — **Société anonyme pour la Transmission de la force par l'électricité.** — *Perfectionnements aux machines électriques dites asynchrones* (20 juillet 1895).

248956. — **Menges.** — *Perfectionnements apportés aux galvanomètres* (17 juillet 1895).

249017. — **Bein.** — *Électrolyse sans emploi de diaphragmes* (20 juillet 1895).

249100. — **Higham.** — *Perfectionnements apportés aux lampes électriques à arc* (23 juillet 1895).

243657. — **Piffre** et **Brillié.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 15 décembre 1894, pour perfectionnements dans les appareils de manœuvre électrique de moteurs électriques* (10 juillet 1895).

249057. — **Luckow.** — *Procédé pour obtenir rationnellement des oxydes suroxydes et sels insolubles ou difficilement solubles en faisant des bains de sels fortement dilués et en faisant agir le courant électrique* (22 juillet 1895).

235996. — **Werlein.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 11 novembre 1893, pour procédé de durcissement des matières alumineuses par fusion électrique* (6 juillet 1895).

249318. — **Cadot** et **Denis.** — *Allumeur magnétique rotatif* (31 juillet 1895).

249254. — **Dibb** et **Vickers.** — *Isolateur pour poteaux télégraphiques et téléphoniques* (29 juillet 1895).

249292. — **Libbey.** — *Perfectionnements aux dispositifs transmetteurs et récepteurs pour téléphones* (30 juillet 1895).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Société versaillaise de Tramways Électriques et de Distribution de l'Énergie. — Cette Société a été fondée sous la forme anonyme par M. Charles-Paul du Buit, ancien ingénieur des constructions navales, demeurant à Paris, 2, rue de la Faisanderie. Elle a pour objet :

1° L'établissement, l'acquisition et l'exploitation d'entreprises de tramways électriques ou autres et en général de traction dans la ville de Versailles et les départements de Seine-et-Oise et de la Seine; l'exploitation de toutes concessions d'entreprises de ce genre qui pourraient être accordées ou rétrocédées à la Société ou acquises par elle;

2° L'établissement, l'acquisition et l'exploitation dans le territoire ci-dessus d'entreprises de transmission ou distribution d'énergie électrique pour tous usages;

3° L'acquisition ou la prise à loyer de tous immeubles construits ou non, l'édification de toutes constructions et l'acquisition de tous objets mobiliers nécessaires aux dites industries ainsi que l'acquisition de tous brevets et procédés;

4° Et la participation directe ou indirecte de la Société dans toutes les opérations commerciales ou industrielles, pouvant se rattacher à un des objets précités par voie de création de Sociétés nouvelles, d'apport ou autrement.

La Société aura une durée de 40 années à dater du 19 décembre 1895.

Son siège social est à Paris, rue du Helder, 13.

Le capital social est de 2 200 000 fr divisé en 4400 actions de 500 fr chacune dont 3910 ont été souscrites en espèces, le surplus ayant été attribué à divers pour apports dont nous indiquons plus loin la nature.

M. Louis-Marie Josseran de Brancion de Liman, demeurant, 96, rue du Château, à Asnières, a apporté à la Société :

1° La concession rétrocédée par la ville de Versailles à M. de

Brancion de Liman, suivant traité en date du 12 août 1895, enregistrée à Versailles, le 5 novembre 1895, f° 24, case 12. Reçu 3,75 fr, décimes compris (signé) illisiblement, du réseau de tramways de ladite ville, pour une durée devant prendre fin le 1er août 1930, l'établissement et l'exploitation au moyen de la traction électrique de diverses lignes de tramways, rappelées dans ledit traité. Ce traité a été fait sous diverses charges, clauses et conditions, et seulement au cas où la ville de Versailles obtiendrait le renouvellement de la concession de son réseau de tramways, et en outre sous la condition de son approbation par M. le ministre des Travaux publics.

2° La concession accordée par la ville de Versailles, sous diverses charges, clauses et conditions, à M. de Brancion de Liman, suivant traité en date du 21 juin 1895, approuvé par M. le préfet de Seine-et-Oise, le 16 juillet 1895, enregistré à Versailles, le 10 août 1895, f° 89, case 11. Reçu 12,50 fr (signé) illisiblement, pour une durée de 35 années, à compter du jour de la notification de l'approbation par l'autorité supérieure, qui a eu lieu le 1er août 1895, pour l'établissement à Versailles et dans le périmètre de l'octroi, des fils ou câbles destinés à la transmission de l'énergie électrique pour la production de la lumière et autres applications auxquelles le courant électrique se prête ou pourra se prêter dans l'avenir, telles que : distribution de force motrice, traction, électrolyse, électrochimie, etc... ; sous réserve, en ce qui concerne l'application à la traction, de conventions spéciales, lesquelles sont intervenues ainsi qu'il a été dit ci-dessus, suivant le traité mentionné sous le n° 1.

Les apports ci-dessus sont faits à titre absolument gratuit.

3° La somme de 20 000 fr versée à la Caisse des Dépôts et Consignations, à Versailles, le 31 octobre 1895, pour le compte de la Société à former et à titre de cautionnement des engagements et obligations devant résulter à la charge de ladite Société, de la concession pour la distribution d'énergie mentionnée au n° 2 ci-dessus, et ce en exécution de l'article 28 du traité de concession ainsi conçu :

« Avant tout commencement des travaux de canalisation, le concessionnaire devra donner une garantie des obligations ci-dessus et ci-après énumérées, et comme garantie d'exécution, constituer un cautionnement de 20 000 fr. Ce cautionnement sera réduit à 10 000 fr le jour où l'énergie électrique sera fournie sur l'ensemble de la canalisation décrite au tableau A.

« Le cautionnement sera acquis à la ville de Versailles, au cas où, après le commencement des travaux de canalisation, il y aurait retrait d'autorisation, déchéance, faillite ou liquidation judiciaire.

« Il sera fourni en espèces ayant cours, ou rentes sur l'État français, au porteur, au cours moyen de la veille du Dépôt, le concessionnaire touchera l'intérêt servi par le Trésor et les arrérages de la Rente ou des valeurs, suivant le cas.... »

Au moyen et par suite de sa constitution définitive, la présente Société sera propriétaire de ladite somme de 20 000 fr, et elle pourra en disposer en toute propriété et jouissance et comme de chose lui appartenant à partir de la même époque, mais sous les charges et conditions résultant de son affectation même, elle aura droit aux intérêts dont elle peut être productive, à compter de sa constitution définitive.

A l'effet de quoi, la présente Société demeure subrogée dans tous les droits, actions et obligations de M. de Brancion de Liman au sujet de ladite somme de 20 000 fr.

En représentation de son apport mentionné sous le n° 3 ci-dessus, il est attribué à M. de Brancion de Liman 40 actions de la Société entièrement libérées.

4° Et les frais d'études, de démarches et autres, faits par M. de Brancion de Liman en vue de la formation de la présente Société, frais dont le montant est évalué à 25 000 fr et en représentation desquels il lui est attribué 50 actions de la présente Société entièrement libérées.

Les apports qui précèdent sont faits sous les charges et conditions suivantes :

1° La Société sera propriétaire et bénéficiaire à compter du jour de sa constitution définitive, de tous les droits, de quelque nature qu'ils soient, résultant des traités et concessions susénoncés ;

2° Elle sera tenue d'exécuter au lieu et place de M. de Brancion de Liman les deux traités de rétrocession et de concession susénoncés dans toutes leurs dispositions et parties, et de remplir toutes les obligations et toutes les charges résultant pour lui des deux traités et auxquelles il est tenu envers la ville de Versailles ou tous tiers, le tout de manière que M. de Brancion de Liman ne soit jamais inquiété ni recherché à ce sujet.

M. Charles de Loménie, ancien auditeur au Conseil d'État, demeurant à Paris, 92, rue de Miromesnil, a apporté en tant que représentant la *Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson Houston* et au nom de cette Compagnie : Une somme de 200 000 fr versée à la Caisse des Dépôts et Consignations de Versailles par ladite Compagnie, le 30 septembre 1895, pour le compte de la Société à former et à titre de cautionnement des obligations devant résulter de la rétrocession de la concession des Tramways Électriques; ce cautionnement sera acquis à la ville au cas où après la résiliation du traité en cours existant entre la ville de Versailles et la Compagnie des Omnibus, le rétrocessionnaire n'exécuterait pas, dans les délais prescrits, les obligations lui incombant.

« A l'expiration du délai de deux mois après la mise en fonctionnement du nouveau système de traction, il sera restitué au rétrocessionnaire sur ledit cautionnement, une somme de 160 000 fr, les 40 000 fr de surplus seront conservés pendant tout le cours de l'exploitation pour servir de garantie de l'exécution des engagements pris par le rétrocessionnaire ; cette somme de 40 000 fr sera acquise à la ville, au cas où le rétrocessionnaire encourrait la déchéance pour cause d'inexécution de ses engagements envers l'État et envers la ville, de faillite ou de liquidation judiciaire.... »

En rémunération des apports ci-dessus, il est accordé à M. Brancion de Liman 90 actions entièrement libérées et à la Compagnie française, pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston 400 actions entièrement libérées.

Le Conseil d'administration comprend 5 membres au moins et 7 membres au plus, qui doivent être chacun propriétaire de 50 actions affectées à la garantie de sa gestion.

L'Assemblée générale comprend tous les propriétaires d'au moins 10 actions.

Le registre des transferts sera fermé vingt jours avant la date de l'Assemblée, et tout actionnaire transféré pendant cette période perdra ses droits d'assister à l'Assemblée.

Les bénéfices nets seront répartis comme suit :

1° 5 pour 100 pour constituer le fonds de réserve exigé par la loi ;

2° La somme nécessaire pour servir aux actions non amorties, un premier dividende ou intérêt de 5 pour 100 du capital dont elles sont libérées, sans que si les bénéfices d'une année ne permettaient pas ce paiement, les actionnaires puissent le réclamer sur les bénéfices des années subséquentes.

Le surplus des bénéfices sera réparti ainsi qu'il suit :

1° 10 pour 100 au Conseil d'administration en exercice, pour être répartis entre ses membres, suivant qu'ils aviseront d'accord.

2° Et sauf ce qui sera dit à l'article 49° ci-après, pour le remboursement du capital social et le fonds de prévoyance, le surplus des 90 pour 100 sera mis à la disposition de l'Assemblée générale, qui statuera sur la répartition qui pourra en être proposée par le Conseil d'administration.

Art. 49°. — Sur les bénéfices restant disponibles après les prélèvements nécessaires, pour la réserve légale, pour servir

un premier dividende ou intérêt de 5 pour 100 aux actions sur le capital dont elles sont libérées et pour le tantième des administrateurs, le Conseil d'administration pourra décider de prélever une somme affectée au remboursement du capital social, lequel remboursement pourra s'effectuer notamment au moyen de tirage au sort, entre les actions, une action de jouissance étant attribuée à raison de chaque action de capital remboursée. Il sera créé à cet effet des actions de jouissance qui n'auront plus droit à l'intérêt de 5 pour 100 stipulé à l'article 46 à partir du jour fixé pour le remboursement, mais conserveront les autres droits et privilèges attachés aux actions, sauf ce qui sera dit ci-après en ce qui concerne le remboursement des actions de capital à l'expiration de la Société. Le Conseil d'administration pourra prélever en outre une somme destinée à la création d'un fonds de prévoyance pour faire face aux dépenses extraordinaires et à tous les imprévus qui pourront se présenter.

Les décisions relatives à ces prélèvements seront soumises à l'approbation de l'Assemblée générale annuelle.

A l'expiration de la Société, après remboursement du capital social, les réserves seront partagées entre les actions.

Le premier Conseil d'administration comprend :

M. Charles-Paul du Buit, ancien ingénieur des constructions navales, administrateur de la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, demeurant à Paris, rue de la Faisanderie, n° 27.

M. André Postel Vinay, administrateur de la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, administrateur de la Société des Établissements Postel Vinay, demeurant à Paris, rue des Volontaires, n°s 17 et 19.

M. Camille Soulier, sans profession, demeurant rue de la République, n° 33.

M. Bruno Faure, fondé de pouvoirs d'agent de change, demeurant à Lyon, rue Franklin, n° 38.

Et M. Louis-Marie Josseran de Brancion de Liman, ingénieur-électricien, demeurant à Asnières (Seine), rue du Château, n° 96.

L'Assemblée générale a nommé commissaires des comptes M. Eugène-Victor de Praz Crassier, capitaine du génie, en en retraite, demeurant au Chesnay, près Versailles, rue de Béthune, n° 17.

Et M. Léopold Gaulet, chef de contentieux, demeurant à Paris, rue Saint-Lazare, n° 62.

Mais à l'égard de M. Gaulet pour agir seulement en cas d'empêchement pour quelque motif que ce soit, de M. de Praz Crassier, ou en cas de vacance, de la fonction à lui conférée par suite de décès, de démission ou autre cause.

Fabrique d'aluminium. — Un syndicat germano-allemand s'est rendu acquéreur de vastes terrains situés près de Haflsrund (Norvège) et d'une chute d'eau à Sarps, pour la somme de 800 000 fr, en vue d'ériger une usine pour la production électrolytique de l'aluminium.

Société pour l'exploitation de l'énergie électrique à Saint-Pétersbourg. — Cette Société a été constituée au capital de 7,5 millions pour l'entreprise de toutes exploitations d'énergie électrique : lumière, transport de force, traction électrique, électrométallurgie. On prête à la Société le projet de créer une usine pour la fabrication électrolytique de la soude et du chlorure de chaux, de l'aluminium, du carborundum, etc.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société industrielle des Téléphones. — Les résultats de l'exercice clos le 30 juin dernier ont trompé bien des attentes, et ce n'est que très péniblement que la Société a pu distribuer un maigre dividende de 6 fr par action de 500 fr.

Cette gigantesque entreprise qui monopolise ou à peu près en France la construction des appareils téléphoniques, la fabrication des câbles isolés pour transport de l'énergie électrique, celle des câbles pour télégraphes sous-marins, la réparation des lignes télégraphiques sous-marines, la manutention du caoutchouc et de la gutta percha, le travail du bois durci et moulé, a vu, en 1894-1895, toutes les branches de son industrie péricliter, sauf peut-être celle de la téléphonie, et encore le chiffre des exportations a-t-il beaucoup diminué.

Quelles causes invoquer pour expliquer le marasme de tant d'industries différentes? Le rapport du conseil indique, pour le caoutchouc et la gutta percha, la crise générale qui a sévi et sévit encore sur toute l'industrie.

La fabrication s'est, de son côté, ressentie des entraves que les droits préexistants des Compagnies de gaz et les progrès considérables des becs à gaz à incandescence ont apportées au développement de la lumière électrique.

L'usine de Calais, spécialement affectée à la fabrication des câbles sous-marins, n'a travaillé que pendant un mois environ, au câble de Madagascar, attendant pendant les onze autres la réalisation du projet d'établissement de lignes télégraphiques françaises qui nous éviteraient, à l'avenir, d'être tributaires des Compagnies anglaises pour correspondre avec nos colonies.

La situation générale semblerait cependant s'améliorer et, sauf bien entendu l'usine de Calais, les autres établissements auraient reçu depuis quelques mois un chiffre de commandes supérieur au chiffre correspondant de 1894.

Les bénéfices réalisés au 30 juin 1895 sont tombés à 1 724 799,52 fr, comprenant entre autres :

Bénéfices bruts sur marchandises	1 395 317,39 fr.
— sur contrats	154 362,58
— sur participations	23 874,35
Revenus des participations	92 173,92

tandis que les dépenses se sont élevées à 1 217 112,40 fr dont :

Pour dépensés d'administration	319 893,08 fr.
— d'appointements	227 191.28
Exercices et commissions	182 786.26

et si l'on prend les chiffres du compte de profits et pertes reproduit plus loin, on trouve que le résultat net de l'exercice a été de 608 260,44 avant tout prélèvement pour amortissements ou autre emploi, chiffre correspondant à un produit de 3,3 pour 100 du *capital actions* de 18 millions. Et encore, ce dividende n'est-il atteint que grâce à un prélèvement de 78 000 fr en chiffres ronds sur les soldes reportés des exercices précédents et à la *réduction* des amortissements à 200 000 fr, somme bien minime eu égard aux sommes immobilisées en matériel, immeubles et autres.

Passons en revue les chapitres principaux du bilan qui a été soumis aux actionnaires le 23 novembre dernier.

L'usine de la rue des Entrepreneurs est évaluée	1 892 002,97 fr.
— Bezon	4 887 547,69
— Grenelle	3 825 152,75
— Calais	1 644 639 96
Soit au total	12 249 342,87 fr.

Après addition des dépenses nouvelles faites en 1894-1895 et soustraction des amortissements votés en clôture de l'exercice 1893-1894.

Ce compte est en augmentation de 449 342,87 fr.

Le navire *François-Arago*, pour lequel un amortissement de 100 000 fr avait été prévu, est estimé au bilan 1 450 000

Le portefeuille des *participations industrielles*, aprè cation de 175 000 fr pour amortissements, n'est plus que pour 4 177 500 fr.

Il comprend pour la plus grande partie des a Compagnie des Câbles Télégraphiques qui vient de le gouvernement français un traité pour l'étab nouveaux câbles dont un transatlantique.

La Société des Téléphones espère avoir sa p qui découleront de la mise à exécution de ce

En outre, si le projet de loi relatif à l'établissement du grand réseau télégraphique sous-marin est l'objet d'un vote favorable, il est à espérer que la Société des Téléphones y trouvera une occasion de tirer un meilleur parti de ses usines de Calais et de Grenelle.

Le rapport du Conseil, très concis et ne renfermant en somme que les chiffres que l'on trouve reproduits au bilan, nous n'y trouvons aucune indication sur les *industries nouvelles* entreprises par la Société et la marche de chaque usine en particulier.

Voici le bilan et le compte de profits et pertes qui ont été présentés à l'Assemblée.

ACTIF

Usine de la rue des Entrepreneurs	1 892 002,97 fr.
— Bezon	4 887 517,19
— Grenelle	3 825 152,75
— Calais	1 644 639,96
Navire *François-Arago*	1 450 000,00
Brevets	339 215,00
Participations industrielles	4 177 500,00
Caisse, comptes courants et disponibilités	2 625 606,30
Comptes débiteurs	1 978 515,66
Marchandises en magasin et en cours de fabrication	5 047 510,62
Frais de premier établissement, amortissables	227 034,85
Prime de remboursement amortissable des obligations	1 475 293,21
Divers	24 571,21
Total	29 594 589,72 fr.

PASSIF

Capital social	18 000 000,00 fr.
Réserve légale	33 714,39
Obligations en circulation	9 935 500,00
Comptes créditeurs (fournisseurs et divers)	533 757,08
— (comptes d'attente)	234 953,71
Provision pour débiteurs douteux	20 000,00
Coupons d'oblications échus non payés (impôt déduit)	746,90
Coupons d'obligations à échéance du 1er juillet 1895 (impôt déduit)	183 048,00
Obligations amorties à rembourser (impôt déduit)	44 609,20
	28 986 329,28
Solde du compte Profits et pertes.	
Applications proposées :	
Amortissement sur immeubles et matériel	100 000,00
— le navire	40 000,00
— les brevets	28 000,00
— les frais amortissables	14 000,00
— portefeuille	23 874,35
Réserve légale (5 pour 100 du bénéfice net restant)	20 119,30
Dividende	360 000,00
Report à l'exercice 1895-1893	22 266,79
Total	29 594 589,72 fr.

PROFITS ET PERTES

Doit.

Frais généraux :	
Administration	319 893,08 fr.
Service commercial	227 191,27
Remises et commissions	182 786,26
Intérêts des obligations	399 360,00
Annuités sur brevets	5 863,50
Abonnement au timbre	14 180,40
Pertes sur créances irrécouvrables	5 594,00
Provision pour débiteurs douteux	20 000,00
Amortissement de la prime de remboursement de 129 obligations	24 706,79
Agios et divers	17 537,10
Solde créditeur.	
Applications proposées :	
Amortissement	205 874,35
Réserve légale	20 119,30
Dividende (exercice 1894-1895)	360 000,00
Report à l'exercice 1895-1896	22 266,79
Total	1 825 372,84 fr.

Avoir.

Report de l'exercice 1893-1894	100 573,30 fr.
Bénéfices bruts sur ventes de marchandises	1 395 317,39
Bénéfices sur contrats d'entretien, location et divers	154 362,58
Bénéfices sur réalisations de participations industrielles	23 874,35
Revenus de participations industrielles	92 173,92
Intérêts des comptes courants, reports et divers	59,071,28
Total	1 825 372,84 fr.

L'assemblée a approuvé les comptes tels qu'ils lui étaient présentés et voté la répartition ci-dessous des bénéfices :

Un premier amortissement doit être opéré sur la valeur du navire *François-Arago*, en raison de sa campagne dans les eaux de Madagascar	40 000,00 fr.
L'atténuation progressive de la valeur des brevets pendant leur durée exige une somme de	28 000,00
Celle du compte Frais de premier établissement amortissables, comprenant les frais de constitution, d'aménagement du siège social et de mobilier	14 000,00
Amortissement du compte Usines	100 000,00
Amortissement du portefeuille	23 874,35
Si l'on retranche le total des amortissements que nous venons d'énumérer, soit	205 874,35
Du solde du compte de Profits et pertes, il reste disponible une somme de	402 386,09
Dont il y a lieu d'affecter, conformément à la loi, 5 pour 100 à la réserve légale, soit	20 119,30
Le surplus qui est de	382 266,79
Permet de distribuer à titre de dividende (6 fr par action), soit	360 000,00
Et de reporter à l'exercice 1895-1896 le reliquat de	22 266,79 fr.

Le dividende de 6 fr par action a été mis en paiement le 1er janvier dernier.

L'assemblée a réélu commissaires des comptes pour l'exercice 1895-1896 MM. Petit et du Traz avec des émoluments chacun de 1500 fr.

INFORMATIONS

Société anonyme d'Électricité de Nuremberg (Schückert). — Le 7 février, les actionnaires sont invités à délibérer sur une proposition d'augmentation du capital par la création de 6000 actions de 1250 fr chacune.

Tramways de Stettin. — Cette Compagnie a confié à l'*Allgemeine* le soin de substituer la traction électrique à la traction animale sur le réseau de Stettin.

La transformation doit être opérée dans un délai de 18 mois.

Ces travaux ont motivé l'émission d'un capital actions de 1 500 000 francs et d'un capital obligations de 2 900 000 fr.

Société pour Entreprises d'électricité à Berlin. — Le rapport de l'exercice 1895 mentionne que la Compagnie a participé à l'établissement des réseaux de tramways électriques de Brême, Remscheid, Erfurth, Gotha, Hambourg, Bruxelles, Caire, Wiesbaden, Munich, Leipzig, Berlin, et que l'exploitation du compteur Thomson a donné de très bons résultats et favorisé le développement de la branche Éclairage.

La Société a pris une participation dans la création de la Société belge d'Entreprises électriques, et dans celle d'une fabrique de câbles en Allemagne.

L'entreprise est dans une bonne situation, car son portefeuille représente à pen près son capital Actions; les créditeurs s'élèvent à 8 500 000 fr et les débiteurs à 7 900 000 fr.

Les bénéfices bruts de 1 900 000 fr ont laissé un produit net de 1 750 000 fr; après affectations de sommes élevées à divers comptes de réserve, les actions ont reçu un dividende de 7 pour 100.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

52 633. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

5e Année. — N° 100. 25 Février 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Les rayons X, la lumière noire et la lumière éthérique. — Les premières ombres radiographiques obtenues par M. le professeur Röntgen ont mis médecins et physiciens en rut d'expériences. Toutes les sociétés savantes du monde entier sont encombrées de nombreux *papiers* sur la question, les théories succèdent aux théories, les arêtes de sole aux os de lapin, avec une désespérante fécondité. Malgré les *quinze* colonnes que nous consacrons dans le présent numéro aux seules communications faites en France à l'Académie des Sciences et à la Société française de physique, il nous est impossible de mettre tous les documents publiés jusqu'ici sous les yeux de nos lecteurs, et il est à craindre qu'il n'en soit de même dans notre prochain numéro. On nous permettra donc de ne pas aggraver la situation actuelle en ajoutant à l'énorme documentation quasi officielle de l'Académie, des colonnes de réflexions tirées de notre propre cru. Lorsque le temps aura fait son œuvre éliminatoire, qu'il nous aura débarrassé, par exemple, de la *lumière noire*, deux mots qui hurlent de leur accouplement par trop.... théâtral, et d'autres fantaisies théoriques analogues, nous prierons notre collaborateur et ami Guillaume de nous résumer la question avec sa science et sa clarté habituelles, et nous n'aurons ainsi rien perdu pour avoir attendu.

Les nouvelles locomotives électriques de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — M. H. de Griéges vient de présenter à la *Société des Ingénieurs civils de France*, dans sa séance du 7 février dernier, quelques renseignements sur les deux nouvelles locomotives électriques que la Compagnie de l'Ouest fait actuellement construire en utilisant les renseignements fournis par les expériences faites par la première locomotive de M. Heilmann, *La Fusée*, dont nos lecteurs n'ont pas perdu le souvenir. Mais, tandis que la Fusée ne pouvait donner que 600 chevaux, les nouvelles machines devront en produire 1400. Pour arriver à ce résultat, on s'est attaché tout particulièrement à augmenter, dans les plus larges proportions possibles, la surface de grille et par com[illegible] la surface de chauffe directe.

Les locomotives françaises les p[illegible] ont une surface de grille qui ne dépasse pas [illegible]s nouvelles locomotives électriques, on a pu [illegible] de grille de 5,40 m², c'est donc une augmen[illegible] un tiers; on espère ainsi pouvoir faire 1500 c[illegible] 1000.

M. H. de Griéges indique ens[illegible] rencontré dans la recherche d'une machi[illegible]matiquem[illegible]

équilibrée, insistant sur l'importance qu'il y a à supprimer les vibrations d'une machine à vapeur placée sur le bâti d'un véhicule porté sur des ressorts.

La machine à six manivelles proposée par M. Mazen, Inspecteur de la traction des chemins de fer de l'Ouest, remplit à merveille ces conditions. Cette machine, mathématiquement équilibrée, peut rendre aussi de très grands services à la navigation. MM. Normand, Bienaymé et Hart ont, en effet, signalé depuis longtemps les immenses inconvénients des machines à grande vitesse employées sur les torpilleurs; les perturbations produites par ces machines sont telles qu'elles font perdre aux navires une notable fraction de leur vitesse. La Compagnie de l'Ouest, ne voulant s'inféoder à aucun système, est en train de faire installer une ligne à conducteur électrique entre Saint-Germain-Ouest et Saint-Germain-Grande-Ceinture. On peut espérer ainsi que, pour l'été prochain, on verra circuler deux nouvelles locomotives système Heilmann et des trains remorqués par des locomotives à conducteur sur la ligne de Saint-Germain.

Voici quelques chiffres comparatifs entre les poids et les puissances respectives des locomotives à vapeur ordinaires et des locomotives système Heilmann : la locomotive compound du Nord, par exemple, pèse 48 tonnes, son tender 33, en tout 81 tonnes, et elle développe facilement, en service courant, 850 à 900 chevaux mesurés à la jante des roues.

La nouvelle machine électrique pèsera environ 120 tonnes, soit, comme elle a 8 essieux, 15 tonnes par essieu; sa machine à vapeur a une puissance de 1350 chevaux, c'est-à-dire, à poids égal, très sensiblement la même que celle de la machine du Nord. Les locomotives compound à grande vitesse de la Compagnie du Nord développent fréquemment 1000 chevaux et plus, sur leurs pistons, d'une façon assez continue sur les rampes de 5 mm par mètre, notamment sur celle de 20 km de longueur, qui s'étend entre Saint-Denis et Survilliers, et qui est coupée seulement par de courts paliers, au passage des gares. Cette puissance de 1000 chevaux indiqués n'est nullement exagérée pour ces machines; elles la développent toutes les fois qu'il y a un coup de collier à donner, et facilement pendant vingt minutes; à plusieurs reprises, on a relevé sur une de ces machines, en rampe de 5 mm, des diagrammes faisant ressortir nettement une puissance de 1100 chevaux et plus, sur les pistons. Il y a progrès dans la nouvelle locomotive électrique, car la première pesait 115 tonnes et avait une puissance de 600 chevaux, tandis que la nouvelle, pour un poids de 120 tonnes, donne une puissance de 1350 chevaux. La surface de chauffe totale est de 185 m², comptée à l'intérieur des tubes, et serait portée à 270 m² par l'adoption des tubes Serve; la surface de chauffe directe est de 16 m².

Une puissance de 1000 chevaux produite par la locomotive du Nord correspond à 6,5 chevaux par mètre carré de surface de chauffe totale, tandis qu'avec la locomotive électrique une puissance de 1350 chevaux correspondrait à 6,75 chevaux en employant des tubes lisses et à 5 chevaux seulement si la chaudière était munie de tubes à ailettes. De plus, la chaudière de la locomotive électrique aura une surface de chauffe directe de 16 m², tandis que celle de la locomotive du Nord n'est que de 11 m².

Dans les locomotives, le point le plus intéressant n'est pas la puissance des machines indiquée dans les cylindres, mais surtout l'effort développé sur le crochet d'attelage; une machine produisant 1000 chevaux et en consommant 300 sera inférieure à une machine qui n'en produit que 900, mais n'en consomme que 150. La machine Heilmann présente un avantage de cette nature, à cause de sa faible résistance au roulement, qui est de 6 kg par tonne environ, au lieu de 9 à 11 kg comme pour les locomotives compound et à même vitesse. La résistance au roulement a été déterminée par les expériences de la Compagnie de l'Ouest, et il n'y a pas de doute que les avantages ne soient considérables.

A la vitesse de 100 km par heure, la résistance au roulement de la *Fusée* est de 7 kg par tonne, tandis que celle des machines express ordinaires de l'Ouest est de 12,5 kg par tonne, à la vitesse de 62 km par heure.

Le rendement défini comme le rapport de la puissance indiquée sur les cylindres à la puissance développée sur le crochet de traction est d'environ 70 pour 100, ce qui constitue un état de supériorité par rapport aux meilleures machines du Nord, dont le rendement peut atteindre 60 pour 100, mais ne dépasse guère, d'ordinaire, 50 à 55 pour 100.

La machine à vapeur n'est pas du type Willans qui comporterait une distribution centrale; la distribution est, au contraire, latérale comme dans les machines ordinaires de torpilleurs. En outre, fonctionnant en compound simple, chacune des six manivelles est actionnée par une seule tige comportant deux pistons.

La machine électrique a un avantage dont il y a lieu de tenir compte : c'est la diminution de la dépense de travail dans les pentes. La machine électrique descend, à vitesse constante, une pente de 7 millièmes à la vitesse de 100 km à l'heure; tandis que pour qu'une machine locomotive ordinaire, dételée, descende une pente à vitesse constante à cette même vitesse de 100 km par heure, il est nécessaire que cette pente ait 13 ou 14 millièmes.

Pour marcher à 400 tours et cependant éviter les grandes vitesses de piston, il faut diviser la machine en un très grand nombre de cylindres et avoir des petits cylindres et de petites courses, ce qui permet d'alléger la machine. La machine en question n'a qu'une course de 40 cm, tandis qu'avec un seul cylindre, elle pourrait avoir une course beaucoup plus grande, ne pourrait tourner qu'à plus faible vitesse, et par suite serait plus lourde. La machine actuelle ne pèse que 8 tonnes. Le gain est relativement important, car le poids de la machine varie ainsi du simple au double. Le bénéfice s'augmente de celui qu'on réalise sur les dynamos génératrices par suite de la grande vitesse angulaire. La machine est calculée pour marcher à vitesse variable, mais la détente est constante. Si l'on n'a besoin que de 600 chevaux, on tourne à 100 tours par minute, sans faire varier la détente.

En outre de l'avantage signalé dans les descentes, la locomotive électrique a également à la remonte un avantage qui provient de l'indépendance du mécanisme. Au contraire, pour la locomotive à vapeur, la fréquence des coups de piston est proportionnelle à la vitesse, en sorte que cette fréquence diminue lorsqu'il faudrait, au contraire, qu'elle augmentât avec la puissance à produire, tandis que la machine à vapeur de la locomotive électrique peut toujours travailler dans des conditions normales.

Pour éviter la flexion de l'arbre de la machine, car cet arbre, actionné par deux rangées de six cylindres, doit avoir une grande longueur, elle est supportée aux deux bouts et montée sur un bâti en acier coulé, fondu par la maison Robert, qui est très rigide et très résistant. Le métal employé a une résistance de 85 kg par mm² et un allongement de 8 à 10 pour 100; le bâti pour une longueur de 3,5 m a un poids de 1700 à 1800 kg.

Concours pour l'installation d'un éclairage électrique de salle à manger. — La direction des Magasins du Louvre a institué une série de concours réservés aux ouvriers et artistes français. Il est question d'un *éclairage électrique de salle à manger*. Les projets seront reçus au secrétariat des Magasins du Louvre à partir du 4 mai 1896 jusqu'au 9 mai de la même année, à cinq heures du soir. Il y aura examen éliminatoire des œuvres au moment de leur réception. Trois prix seront décernés : un de 1500 fr, un de 1000 fr et un de 500 fr, accompagnés, le premier d'une médaille d'or et les deux autres chacun d'une médaille d'argent. Des mentions honorables pourront être décernées.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Alais (Gard). — *Éclairage.* — Ainsi que nous l'avons vu (n° 84, **1895**, p. 254), la *Société pour l'éclairage électrique de la ville d'Alais* doit, dans un avenir très prochain, remplacer complètement la Compagnie du gaz; des lampes à incandescence seront substituées aux becs de gaz et des lampes à arc aux becs intensifs. Nous apprenons de bonne source que la pose des consoles et des isolateurs se poursuit activement. Dans certaines rues ce travail est déjà terminé et l'usine, dont l'emplacement a été choisi à proximité de la gare et des quais de déchargement des mines de Bessèges et de la Grand' Combe, est en pleine période d'exécution, tout fait du reste prévoir que l'inauguration du nouveau mode d'éclairage coïncidera avec la Fête nationale du 14 juillet prochain.

Caen. — *Traction électrique.* — Si nous en croyons le *Moniteur du Calvados*, Caen va aussi avoir ses tramways électriques.

La Compagnie actuelle vient de céder, moyennant des conditions fort avantageuses, son droit à une Société rouennaise. Il ne resterait plus, paraît-il, que les formalités indispensables à remplir pour obtenir l'autorisation de placer les rails sur la voie publique.

Montpellier. — *Traction électrique.* — On parle depuis longtemps d'installer un réseau de tramways électriques dans cette ville; on nous annonce du reste que les entrepreneurs, évidemment intéressés par l'approche de l'ouverture du concours régional qui aura lieu en avril prochain, viennent de demander au Conseil municipal de les autoriser provisoirement à commencer les travaux de construction. Cette question étant d'intérêt général, on est en droit d'espérer que satisfaction leur sera donnée.

Rethel (Ardennes). — *Éclairage.* — A la suite d'une lutte engagée entre la Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est qui éclaire la ville de Rethel d'une part et la municipalité de cette ville d'autre part, cette dernière ayant donné des autorisations pour la distribution de l'énergie électrique et notamment une autorisation à la Société électrique Rethéloise, des actions judiciaires eurent lieu devant les tribunaux administratifs. Les deux partis comprenant qu'il valait mieux s'arranger que de plaider, viennent de proposer au Conseil municipal un projet que nous communiquons à nos lecteurs et qui a été accepté par 12 voix contre 2.

CHAPITRE I. — *Électricité.* — *Article premier.* — En conséquence des stipulations ci-après, la Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est déclare, par les présentes, abandonner toutes réclamations d'indemnités à raison des autorisations ou concessions données jusqu'à ce jour par la ville de Rethel, pour la distribution du courant électrique en empruntant les voies publiques et notamment à raison de l'autorisation donnée le 1er octobre 1890, à la Société électrique Rethéloise.

A cet effet, la Société du Nord et de l'Est déclare se désister des diverses actions introduites par elle, à raison de ces faits, devant les tribunaux administratifs contre la ville de Rethel, et renoncer à l'indemnité pouvant résulter pour elle de l'arrêté déjà rendu en sa faveur par le Conseil de préfecture des Ardennes, le 24 juillet 1893. Les frais du procès devant le Conseil de préfecture et de l'expertise ordonnée par lui seront partagés par moitié entre les deux parties.

Quant aux pourvois déjà formés, de part et d'autre, devant le Conseil d'État, chaque partie supportera les frais du pourvoi qu'elle a cru devoir former.

Art. 2. — L'autorisation donnée le 1er octobre 1890 à la Société électrique Rethéloise est annulée, de son propre consentement et pour le cas où elle traiterait avec la Compagnie du gaz.

Pour éviter de plus grandes pertes à cette Société locale, la Compagnie du Nord et de l'Est consent à lui reprendre tout son matériel électrique en bon état de fonctionnement.

Art. 3. — La ville de Rethel concède à la Société anonyme des usines du Nord et de l'Est, déjà concessionnaire du service public et du service particulier des eaux et du gaz, l'autorisation exclusive de poser des canalisations électriques sur ou sous les voies publiques dans ladite ville.

La ville s'oblige à obtenir et à rétrocéder à la Société, conformément aux instructions ministérielles, pareilles autorisations sur les voies dépendantes de la grande voirie. Mais il est bien entendu que la Société ne pourra exécuter aucun travail sur la voie publique avant d'avoir obtenu l'autorisation des autorités compétentes, c'est-à-dire de l'autorité préfectorale quand il s'agira d'une voie dépendant de la grande voirie et de l'autorité municipale quand il s'agira d'une voie dépendant de la voirie urbaine ou d'un terrain municipal quelconque.

Cette concession aura la même durée que celle des eaux et du gaz; lesquelles sont prorogées de quatre ans par les présentes, de façon à parfaire la période de quarante années expirant le 31 décembre 1935.

Après cette date, la Société des usines à gaz du Nord et de l'Est aura encore la faculté de continuer son exploitation électrique au moyen des voies publiques pendant 3 périodes de cinq années chacune, mais alors à ses risques et périls et désormais sans aucun privilège. Il est donc entendu qu'à partir du 31 décembre 1935 la ville aura le droit de concéder à qui elle voudra l'exploitation du gaz et des eaux et même de donner des autorisations pour l'électricité sur ou sous les voies publiques.

Dans le cas où la Société voudrait abandonner le bénéfice de la présente concession avant le 31 décembre 1895, elle devrait en prévenir la ville au moins dix-huit mois à l'avance, pour que ladite ville ait eu le temps de chercher un autre concessionnaire. Néanmoins il est entendu que la Société ne pourra pas user de cette faculté avant le 1er janvier 1915.

Art. 4. — La ville autorise dès aujourd'hui la Société à maintenir et à poser sur les voies publiques ses conducteurs électriques, au moyen de poteaux partout où elle ne pourra pas les mettre sur les maisons.

La ville se réserve, bien entendu, le droit de choisir le modèle de ces poteaux et d'indiquer l'emplacement où ils pourront être posés sur la voie publique ou les propriétés municipales et d'en demander plus tard le déplacement en cas de nécessité.

Art. 5. — La Société concessionnaire ne pourra faire payer l'énergie électrique aux abonnés à un prix dépassant:

4 centimes par heure et par lampe de 10 bougies.
6 centimes par heure et par lampe de 16 bougies.
Soit au compteur moins de 1 fr le kilowatt-heure.

Toutefois la Société sera en droit de réclamer un minimum de perception par an et par lampe souscrite. Ce minimum garanti ne pourra pas dépasser pour les lampes de 10 à 16 bougies, 15 fr par an.

Dans ces limites, la Société pourra faire toutes les conventions spéciales avec les abonnés, industriels ou autres.

Art. 6. — Par dérogation aux traités en cours, la ville se réserve le droit de prendre à la Société, dans les voies où celle-ci aura des canalisations électriques suffisantes, de l'énergie électrique: 1° pour l'éclairage des établissements municipaux; 2° pour l'éclairage des voies publiques, mais sans pouvoir réduire pour cela de plus d'un quart la recette du gaz qu'elle donne actuellement à la Société.

Art. 7. — La ville aura droit, pour sa consommation de courant, à une bonification de 12 pour 100, sur le tarif de l'énergie électrique fixé dans l'article 5.

Art. 8. — La Société devra fournir le courant toute l'année de cinq heures du matin au jour et de la chute du jour à minuit et demi à la ville et aux particuliers dans toutes les rues canalisées.

Le courant sera livré sous une différence de potentiel minimum de 107 volts, soit en courant continu, soit en courant alternatif.

La variation totale pour toutes les lampes d'un même circuit ne dépassera pas 2 à 3 pour 100, de la différence de potentiel des feeders amenant le courant au dit circuit.

Comme moyen de contrôle, la Compagnie devra déposer à la mairie et entretenir un ampèremètre enregistreur et un voltmètre enregistreur poinçonnés sortant d'une maison recommandée.

La Compagnie devra également fournir à l'Hôtel de Ville, et à titre gratuit, l'énergie nécessaire pour le fonctionnement de ces appareils.

Il est entendu en outre que la Société établira à la mairie le compteur nécessaire pour la constatation de la consommation.

Art. 9. — La ville de Rethel s'engage à ne réclamer à la Société aucun droit de voirie ou de location sur les voies et propriétés de la ville.

Thonon (Haute-Savoie). — *Éclairage.* — Le Conseil municipal, dans une de ses dernières séances, a reçu communication par M. Besson, maire, des propositions d'éclairage électrique présentées par M. Perrin, entrepreneur à Saint-Michel-de-Maurienne. M. Perrin offre à la Ville d'installer à ses frais l'éclairage électrique, à la condition que la municipalité lui accordera le monopole de l'éclairage public pendant 40 ans et qu'il sera chargé de l'éclairage municipal au moyen de 20 lampes à incandescence de 16 bougies chacune fonctionnant toute l'année, et de 10 lampes à arc de 800 bougies chacune, à éclairer pendant quatre mois d'été.

Le Conseil a décidé que les propositions de M. Perrin pourraient être acceptées à condition : d'abord que M. Perrin s'entendra avec la Compagnie du gaz, actuellement concessionnaire de l'éclairage public, de façon à éviter tout procès à la Ville; ensuite que l'éclairage public sera assuré par 150 lampes (au lieu de 120) de 16 bougies (allumées une demi-heure avant la chute du jour jusqu'à minuit et demi, et 50 lampes jusqu'après la naissance du jour suivant), et par 10 lampes à arc de 800 bougies à placer sur le quai et la place du Port (allumées de la chute du jour à minuit et demi du 15 mai au 15 octobre); M. Perrin recevra de la Ville, pour cet éclairage, une subvention annuelle de 8000 fr; en cas d'augmentation d'éclairage public, les nouvelles lampes à incandescence seront allumées aux mêmes heures que les anciennes et payées 1 fr par bougie et par an; les nouvelles lampes à arc, 100 fr par lampe et par an; toutes les lampes d'éclairage public seront placées aux frais des concessionnaires; *pour les particuliers*, les prix ne devront pas dépasser : lampes de 10 bougies, 25 fr pour la saison et 35 fr pour l'année; lampes de 16 bougies, 30 fr pour la saison et 45 fr pour l'année avec faculté d'éclairage jusqu'au jour; il pourra être consenti des abonnements avec compteur au prix par heure de 3,25 centimes pour 10 bougies, 4,25 centimes pour 16 bougies, 8,5 centimes pour 32, etc., etc. Ces clauses étant acceptées par M. Perrin, le Conseil verra à délibérer sur le cahier des charges à établir.

Troyes. — *Éclairage.* — Le Conseil municipal de Troyes vient de s'occuper de la question de l'éclairage électrique de la salle des séances du Conseil municipal à l'Hôtel de Ville. La Compagnie lyonnaise du gaz a fait des propositions qui ont été acceptées par la Commission, mais le Conseil, après une longue discussion, s'est prononcé pour l'éclairage par l'électricité. Les appareils seront achetés par la Ville; de plus, 250 lanternes publiques seront réparties dans les quartiers suburbains.

Versailles. — *Éclairage.* — La question de l'éclairage électrique de Versailles, après bien des pourparlers (n°s 77, 94, 1895, p. 92 et 496), vient de faire un nouveau pas; nous apprenons, en effet, que la Commission municipale spécialement chargée de l'éclairage vient d'assister, sur l'invitation de M. Couturier, à l'inauguration du secteur de la rue de la Paroisse (dit secteur N.-D.). L'installation fonctionne d'une façon très satisfaisante et alimente nombre de lampes soit dans les établissements voisins et villas, soit dans l'église Notre-Dame.

ÉTRANGER

Genève. — *Éclairage.* — La ville de Genève, dans le but fort louable de favoriser l'extension de l'éclairage électrique, vient de formuler le projet d'arrêté suivant :

« *Article premier.* — En vue de favoriser l'extension de l'éclairage électrique, la Ville participe, dans les conditions ci-après énoncées, aux frais d'installation de la lumière électrique chez les abonnés.

« *Art.* 2. — Pour obtenir la participation de la Ville aux frais de premier établissement des lampes inscrites sur sa police, l'abonné doit s'engager à un minimum de consommation annuelle. La valeur de ce minimum est fixée au gré de l'abonné. L'engagement doit être contracté pour une durée d'au moins six ans.

« *Art.* 3. — La subvention accordée par la ville sera calculée à raison de 60 pour 100 du coût des installations dont les devis lui auront été préalablement soumis et auront été approuvés par elle. Toutefois cette subvention ne pourra dépasser la somme de 15 fr par lampe installée, ni le minimum de consommation annuelle souscrit par l'abonné.

« *Art.* 4. — Cette subvention s'applique exclusivement au matériel de distribution tel que fils, moulures, tubes, isolateurs, coupe-circuit, interrupteurs, nécessaires au bon fonctionnement de l'installation. Un inventaire de ce matériel sera dressé par la Ville, sur la demande de l'abonné, avant la fourniture de la lumière et déterminera le montant des frais d'installation et de la subvention de la Ville. La subvention allouée ne pourra être payée qu'après signature de l'inventaire par l'abonné.

« *Art.* 5. — Cette installation appartient à l'immeuble. Le propriétaire s'engage à le maintenir en bon état de fonctionnement.

« *Art.* 6. — Il n'est pas accordé de subvention pour les suppléments d'installation inférieurs à 5 lampes.

« *Art.* 7. — Pour les installations à faire dans les immeubles non encore pourvus d'un raccordement avec le réseau d'éclairage électrique, il sera demandé un minimum et une durée d'abonnement en rapport avec l'importance des travaux.

« *Art.* 8. — Les installations d'éclairage électrique seront faites soit par le service électrique, soit par les entrepreneurs autorisés par la ville, sur la base du règlement adopté par le Conseil administratif, en date du 12 décembre 1895.

« *Art.* 9. — A la fin de chaque année, l'abonné a le droit de résilier son engagement, moyennant un avertissement écrit d'au moins trois mois à l'avance et en remboursant à la Ville le montant de sa participation diminuée des amortissements annuels déjà effectués. L'amortissement annuel est calculé en divisant la participation de la Ville par le nombre des années inscrites dans la police. »

THÉORIE GRAPHIQUE

DES

MOTEURS POLYPHASÉS

Le diagramme fondamental des flux d'un moteur asynchrone que j'ai donné à diverses reprises [1], a été utilisé récemment d'une manière fort heureuse par M. Behrend [2], grâce à la remarque qu'il a faite que, si l'on suppose le F_1 constant et fixe, l'extrémité du vecteur Φ_1 décrit un *cercle*. Cet auteur n'a pas cependant donné encore la solution complète. C'est celle-ci que je me propose d'exposer ici en combinant mes propres remarques avec les siennes. La théorie qui résulte de cette collaboration à distance permet d'embrasser d'un coup d'œil toutes les conditions de construction et de fonctionnement, et constitue à cet égard le meilleur résumé d'une étude détaillée que j'ai publiée récemment [3]. Je conserverai ici, presque sans changement, les mêmes notations, en appelant :

$2p$ le nombre de pôles tournants; Ω la vitesse $\frac{2\pi}{T}$;

g le glissement $\left(g = \frac{\Omega - \omega}{\Omega}\right)$

N_1, N_2 les nombres *totaux* de fils périphériques dans les primaire et secondaire le long de l'entrefer;

q_1, q_2 les nombres de phases dans les primaire et secondaire;

e_1, e_2, u, les f. é. m. induites efficaces, dans chaque circuit, et la différence de potentiel étoilée aux bornes d'un circuit primaire;

I_1, I_2, les intensités de courant efficaces dans un fil quelconque du primaire et du secondaire;

Pour simplifier on pose :

$U = q_1 u$, $E_1 = q_1 e_1$, $E_2 = q_2 e_2$; c'est ce que j'appelle les tensions vectorielles.

Solution approchée.

Je suppose calculés, par les méthodes que j'ai indiquées, les coefficients d'Hopkinson v_1 et v_2 relatifs aux deux circuits, les coefficients K_1, K_2, qui déterminent les ampères-tours équivalents de chaque circuit d'après la disposition des encoches et les coefficients k_1 et k_2 qui permettent de calculer de même les f. é. m. induites (analogues aux coefficients k de Kapp pour les alternateurs).

Le diagramme fondamental des flux (fig. 1) s'établit comme suit : Dans les conditions d'induction où se trouve le circuit magnétique, les courants primaires I_1 produiraient à travers le secondaire un flux tournant fictif Φ_1 représenté par le vecteur OA, et à travers le primaire le flux $OB = v_1 \Phi_1$. Inversement les courants secondaires seuls produiraient à travers le primaire le flux tournant $BC_1 = \Phi_2$, et à travers le secondaire, le flux $AC_2 = v_2 \Phi_2$. Les valeurs de ces flux sont données par mes relations :

$$\Phi_1 = \frac{2\pi K_1 N_1 I_1 \sqrt{2}}{p\mathcal{R}}$$

$$\Phi_2 = \frac{2\pi K_2 N_2 I_2 \sqrt{2}}{p\mathcal{R}},$$

$\mathcal{R}$ désignant la réluctance du circuit magnétique *commun* aux deux circuits.

Les flux réels sont : dans le primaire la résultante de $v_1\Phi_1$ et de Φ_2 représentée par le vecteur $OC_1 = F_1$; et

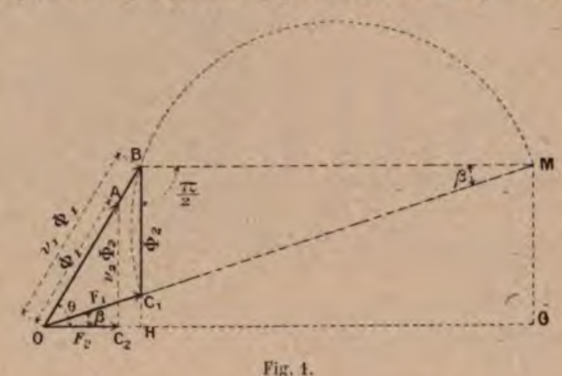


Fig. 1.

dans le secondaire la résultante de $v_2\Phi_2$ et Φ_1, représentée par $OC_2 = F_2$. L'angle des flux F_2 et Φ_2 est droit parce que c'est la variation du flux F_2 qui détermine les courants I_2 et par suite le flux Φ_2 qui leur est symphasique. J'ai établi, d'autre part, la relation qui relie les angles θ et β de la figure

$$\operatorname{tg} \beta = \left(1 - \frac{1}{v_1 v_2}\right) \operatorname{tg} \theta = \sigma \operatorname{tg} \theta,$$

σ étant ce que nous appelons le coefficient de dispersion.

Admettons pour simplifier le problème, comme on peut le faire sans grande erreur, que le flux F_1 est constant; cela est vrai sensiblement dans les limites ordinaires de fonctionnement, grâce à la faible résistance du primaire.

On démontre alors aisément que le point B se trouve sur un cercle constant ayant son diamètre sur OC_1. En effet, par B menons une parallèle à OC_2 jusqu'à sa rencontre avec OC_1; l'angle en B est droit et le segment OM a pour valeur, d'après les triangles semblables OMG et OC_1H,

$$OM = OC_1 \times \frac{MG}{C_1H} = \frac{1}{\sigma} OC,$$

d'où

$$\overline{C_1M} = \overline{OC_1} \frac{1 - \sigma}{\sigma},$$

OC_1 étant constant, le point B est donc sur un cercle de diamètre constant.

Cela posé, on peut supprimer les lignes OC_2 et AC_2 qui ne servent plus à rien, et placer la ligne OM horizontalement comme base du diagramme simplifié. [illegible] rt,

(1) *Lumière électrique*, déc. 1893, p. 607. *Elektrot. Zeitschrift*, 1895, p. 625.
(2) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1896, p. 63.
(3) *Éclairage électrique*, octobre, novembre, décembre 1895.

les flux Φ_1 étant proportionnels aux courants I_1, la relation qui relie les premiers subsiste entre les seconds; nous pouvons donc tracer immédiatement la figure 2, dans laquelle OB représentera le courant I_1, OC le courant magnétisant à vide i_0 (constant par suite de l'hypothèse même que F_1 est constant), et $OM = \frac{i_0}{\sigma}$. La f. é. m. induite primaire E_1 peut être représentée sur le vecteur

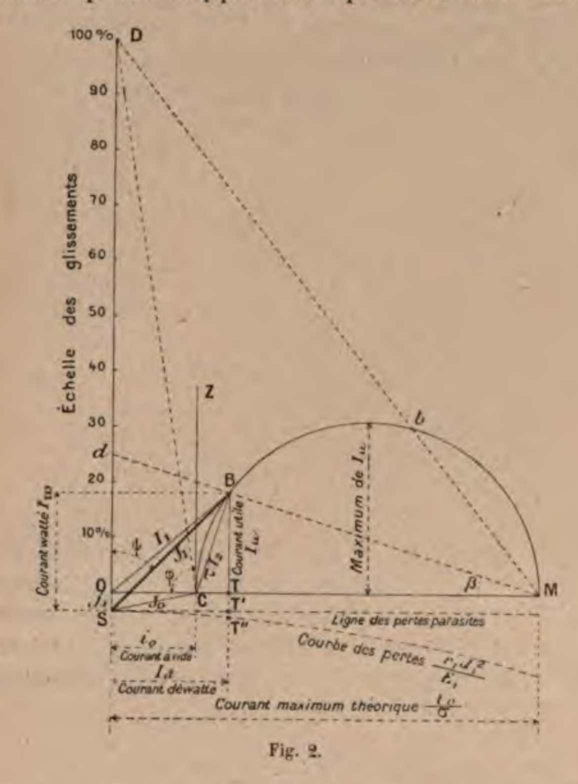


Fig. 2.

OD perpendiculaire à la direction du flux F_1. Les pertes par courants de Foucault et hystérésis, étant constantes, donnent lieu à une composante $\overline{OS}$ constante qui sera ce que nous avons appelé précédemment le courant de pertes j_1; le courant résultant est J_1.

Il reste à représenter le glissement; or l'angle en M est égal à β, et l'on a en prolongeant MB en d,

$$Od = OM \operatorname{tg} \beta = \frac{i_0}{\sigma} \operatorname{tg} \beta;$$

or

$$\operatorname{tg} \beta = \sigma \operatorname{tg} \theta = \sigma g \frac{\Omega \lambda_2}{r_2},$$

en désignant par $\Omega\lambda_2$ et r_2 la réactance (¹) et la résistance du secondaire.

(¹) J'ai montré d'ailleurs dans l'*Éclairage électrique*, t. V, p. 299, que la réactance $\Omega\lambda_2$ a pour valeur

$$\frac{v_2}{v_1} \left(\frac{N_2 K_2}{N_1 K_1}\right)^2 \frac{U}{i_0},$$

d'où la constante

$$\left(\frac{i_0 \Omega \lambda_2}{r_2}\right) = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{N_2 K_2}{N_1 K_1}\right)^2 \frac{U}{r_2},$$

expression facile à calculer.

D'où, en remplaçant,

$$\overline{Od} = \left(i_0 \frac{\Omega \lambda_2}{r_2}\right) g.$$

Les segments Od sont donc proportionnels aux glissements. Si l'on fait en C un angle $DCO = \varphi_2$ tel que

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{\Omega \lambda_2}{r_2},$$

il suffit de graduer le segment OD en 100 parties égales pour que les longueurs Od interceptées par les rayons MB donnent directement les glissements g en centièmes (¹).

La même épure donne tous les autres renseignements désirables.

Le courant I_1 se décompose en deux composantes :

1° Le courant watté utile $I_u = \overline{BT}$.

2° Le courant déwatté $I_d = \overline{OT}$.

Le courant watté total est $I_w = \overline{BT'}$.

La puissance utile serait $E_1 I_u$ s'il n'y avait pas de pertes par glissement. En tenant compte du rendement de l'induit, qui est $1 - g$, elle se réduit à

$$P_u = (1 - g) E_1 I_u.$$

La puissance fournie par le primaire est

$$P_1 = E_1 I_w + r_1 J_1^2 = E_1 \left(I_w + \frac{r_1 J_1^2}{E_1}\right).$$

Si l'on porte au-dessous de chaque point T' de la droite IT' une ordonnée égale à $\frac{r_1 J_1^2}{E_1}$, facile à calculer d'après la figure qui donne J_1, on obtient un point T'', et l'on a :

$$P_1 = \overline{BT''} \times E,$$

et pour le rendement

$$\eta = (1 - g) \frac{\overline{BT}}{\overline{BT''}}$$

Le couple a pour valeur

$$C = \frac{2p}{\omega} P_u = \frac{2p}{\Omega} \frac{P_u}{1-g} = \frac{2p E_1}{\Omega} I_u = \frac{2p E_1}{\Omega} \overline{BT};$$

il est donc proportionnel à l'ordonnée BT du cercle.

Le facteur de puissance a pour valeur le cosinus de l'angle ψ fait par les vecteurs E et J_1,

$$\cos \psi = \frac{I_w}{J_1}.$$

Enfin, si l'on remarque que la ligne C_1B correspond à la ligne $C_1B = \Phi_2$ de la figure 1, on a sa valeur

$$CB = \frac{I_1}{\Phi_1} \times \Phi_2 = \left(\frac{K_2 v_2 N_2}{K_1 v_1 N_1}\right) I_2$$

(¹) En pratique, pour faire tenir l'échelle des glissements dans l'épure, on pourra la rapprocher du point M, en la réduisant proportionnellement.

Elle représente en grandeur et phase le courant secondaire multiplié par le rapport de transformation

$$\frac{K_2 v_2 N_2}{K_1 v_1 N_1} = \tau,$$

que la plupart des auteurs écrivent incorrectement $\frac{N_2}{N_1}$ parce qu'ils ne tiennent compte ni des pertes, ni de la forme des enroulements.

Le diagramme de la figure 2 indique donc d'une manière complète comment varient, pour un moteur donné, les courants primaire et secondaire, le couple et le facteur de puissance.

Seconde approximation.

Dans tout ce qui précède, on n'a pas calculé l'effet de la chute de potentiel dans le primaire; si le moteur est placé sur un réseau à potentiel constant U, cette chute réduit la f. é. m. E_1 et le champ F_1.

Il est facile de compléter la solution par une *correction* faite après coup qui permette, si on le désire, de tenir compte de cet effet, d'ailleurs peu important aux charges moyennes. Pour cela, il suffit de remarquer que si l'on change la valeur de E_1, toutes les lignes de l'épure varieront proportionnellement entre elles et à E_1 (1). D'autre part, la perte de charge est toujours très faible devant la f. é. m. totale et peut, par suite, être mesurée avec une exactitude très suffisante par la projection du vecteur $r_1 J_1$ sur la direction de E_1, c'est-à-dire par le produit $r_1 I_w$. On a donc la formule approchée

$$E_1 = U - r_1 I_w,$$

c'est-à-dire que la valeur de E_1 doit être réduite dans le rapport

$$\alpha = \frac{E_1}{U} = 1 - \frac{r_1 I_w}{U},$$

qu'on calcule pour chaque régime; toutes les lignes de l'épure correspondantes à ce régime doivent être réduites dans la même proportion.

Il suffit donc de mesurer au régime considéré, sur l'épure de première approximation, les intensités $J_1 I_2 I_w$ et d'en déduire le facteur α; puis on multipliera toutes les intensités par le facteur de correction α, le couple et la puissance par le facteur α^2. Le facteur de puissance et le rendement, étant des rapports de lignes, n'ont pas à être modifiés.

L'épure ainsi corrigée donne une précision plus que suffisante pour la pratique.

Rôle des éléments de construction.

Le diagramme de la figure 2 permet de voir très aisément l'effet du changement d'une quelconque des données.

Le facteur σ détermine les proportions relatives du cercle du courant à vide i_0. S'il n'y avait pas de fuites, σ serait nul, et le cercle se réduirait à la droite verticale CZ qui, à glissement égal, conduirait à des valeurs plus avantageuses du couple, du courant et du facteur de puissance. Tout l'effet des fuites est donc visible dans son ensemble par la substitution d'un cercle à une droite.

La valeur du courant magnétisant i_0 détermine la dimension du cercle, qui lui est proportionnelle; c'est donc bien i_0 qui, comme je l'ai fait remarquer déjà (1) avec insistance, détermine, avec σ, la valeur du couple maximum et par suite la stabilité.

Enfin, la résistance secondaire n'influe en rien sur les valeurs *possibles du couple*, puisque le glissement est déterminé indépendamment du cercle. Toute variation de r_2 se traduit simplement par une variation proportionnelle du segment OD, c'est-à-dire par un changement de l'échelle sur laquelle on lit les *glissements* Od.

On voit aisément que le couple maximum correspond à l'ordonnée maxima du cercle, le couple de démarrage au point b, et le facteur de puissance maxima à la tangente menée au cercle par le point S.

Les 3 éléments caractéristiques d'un moteur polyphasé sont en définitive i_0, σ *et* r_2 (2).

Enfin la simple inspection de la figure permet d'écrire à peu près sans calcul toutes les formules nécessaires. On a en effet :

$$\overline{MB} = \overline{MC} \cos\beta = i_0 \frac{1-\sigma}{\sigma} \cos\beta,$$

d'où

$$I_u = i_0 \frac{1-\sigma}{\sigma} \sin\beta \cos\beta;$$

$$\overline{MT} = i_0 \frac{1-\sigma}{\sigma} \cos^2\beta,$$

d'où

$$I_d = \frac{i_0}{\sigma}\left[1-(1-\sigma)\cos^2\beta\right] = i_0 \frac{1+\sigma \operatorname{tg}^2\theta}{1+\sigma^2 \operatorname{tg}^2\theta}$$

$$C = \frac{2pE\, i_0 (1-\sigma) \sin\beta \cos\beta}{\Omega\sigma}$$

$$I_1 = \sqrt{I_u^2 + I_d^2}$$

$$I_2 = \frac{v_1 N_1 K_1}{v_2 N_2 K_2}\, i_0 \frac{1-\sigma}{\sigma} \sin\beta$$

$$\cos\psi = \frac{I_w + j_1}{J_1}, \text{ etc., etc...}$$

et en remplaçant $\operatorname{tg}\beta$ par sa valeur $\sigma \operatorname{tg}\theta$, on retomberait sur toutes les formules d'un tableau que j'ai donné ailleurs (2) et auquel je renvoie le lecteur pour plus de détails. Le calcul se fera donc de la même manière que je l'ai indiqué, mais les tâtonnements peuvent être considérablement abrégés par l'épure.

La méthode graphique, comme on le voit, peut rendre le calcul des moteurs polyphasés accessible à tous facilement, et à peu près sans aucune formule, malgré l'introduction des fuites magnétiques et des pertes parasites.

André Blondel.

(1) Parce que le fer dans ces moteurs travaille toujours à de très basses inductions.

(1) *Éclairage électrique*, t. V, p. 297.

(2) *Éclairage électrique. Loco citato.* On trouvera là également la méthode de calcul de i_0.

PHOTOMÉTRIE DES SOURCES LUMINEUSES

DE TEINTES DIFFÉRENTES

LE PHOTOMÈTRE A SCINTILLATIONS DE M. FRANK P. WHITMAN

On sait quelles difficultés présente la comparaison photométrique des sources lumineuses de couleurs différentes, et quels écarts on constate entre les résultats trouvés par différents observateurs lorsqu'il s'agit de comparer, par exemple, un bec de gaz ordinaire avec un bec de gaz à incandescence, et, *a fortiori*, avec une lampe à arc.

M. *Frank P. Whitman*, professeur à Adelbert College (États-Unis), faisant une série d'études sur la coloration et l'éclairement des pigments et observant les effets de scintillation produits dans les expériences indiquées par M. le professeur Rood, il y a plus de deux ans [1], a cherché s'il ne serait pas possible d'utiliser ces effets à la photométrie des lumières de couleurs différentes et il a résolu très simplement le problème.

Pour comprendre le principe du photomètre de M. Whitman, il faut tout d'abord indiquer le principe des expériences de M. Rood.

M. Rood prépare 50 disques gris échelonnés le plus régulièrement possible, depuis le blanc jusqu'au noir. Un disque noir combiné avec un disque blanc produit, en faisant tourner lentement le disque, l'impression désagréable d'un éclairement scintillant (*flicker*). En combinant des paires de disques de moins en moins dissemblables, l'effet de scintillation diminue et disparaît entièrement lorsque les deux disques sont de teintes identiques. Le même effet se produit si, au lieu d'un gris, on met sur l'un des disques une couleur quelconque.

Il est toujours possible de combiner avec le disque de couleur un disque gris tel que l'effet de lumière scintillante disparaisse, montrant ainsi que la sensation est, en apparence, indépendante des longueurs d'onde des lumières comparées et ne dépend que de leurs éclairements. Le professeur Rood a signalé que ce principe peut être appliqué à la photométrie, mais il n'a pas indiqué de méthode. Le dispositif indiqué par lui est admirablement approprié à la comparaison des pigments chaque fois que ces pigments peuvent être disposés sur les disques de l'appareil.

Cependant, pour les besoins de la photométrie, il faut pouvoir faire varier l'éclairement d'une manière continue, et non par échelons, comme avec une série de disques gris, et le dispositif doit permettre de comparer des lumières colorées aussi bien que des pigments colorés, tout en étant d'un usage rapide et commode. Il y a sans doute un grand nombre de moyens de résoudre le problème. Voici celui auquel, après un grand nombre d'essais, a été conduit M. Frank P. Whitman.

Un carton est découpé en lui donnant les formes de la figure 1, deux demi-cercles ayant respectivement 5 et 8 cm de rayon, réunis par une partie d'un diamètre commun. Ce disque peut être mis en rotation à la main autour d'un axe K disposé, comme le montre la figure 2, sur un banc photométrique DE supportant, en outre des lumières à comparer, un carton fixe C, le disque mobile AB tournant autour de K et un tube d'observation F, qui localise la région à observer pendant l'expérience. Dans la position représentée par la figure 2, c'est la face antérieure du disque que l'observateur voit à travers le tube; mais lorsque le disque a fait un demi-tour, le demi-cercle du

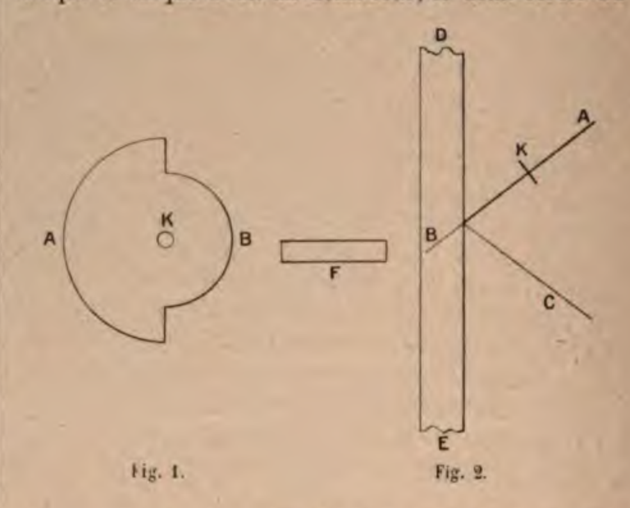


Fig. 1. Fig. 2.

plus petit rayon n'est plus dans la région limitée par le tube, et l'observateur voit seulement le carton fixe C. Pendant la rotation du disque, les deux parties viennent se présenter à l'œil en succession rapide, et si leur éclairement n'est pas identique, il se produit un effet caractéristique de *scintillation* très nettement perçu. Cette impression peut toujours être annulée, quelles que soient les couleurs propres du carton fixe et du disque, en déplaçant le photomètre ou les deux lumières.

Lorsqu'on a trouvé une position convenable du photomètre, non seulement on voit disparaître la scintillation, mais aussi la sensation de coloration, au point qu'il est souvent difficile et même impossible de dire la couleur du carton. Un léger déplacement du photomètre dans une direction ou dans l'autre rétablit la coloration et la scintillation. Les résultats obtenus avec cet appareil — surtout en faisant usage de cartons blancs — sont remarquables au point de vue de la facilité, de la rapidité et de la précision.

L'intérêt de ce photomètre, sur lequel l'auteur a fait de nombreux essais dont on trouvera les détails dans le mémoire original [1], réside dans l'application d'un nou-

(1) *American journal of science*, vol. XLVI, septembre 1893.

(1) *On the Photometry of Differently Colored Lights and the « Flicker » Photometer*, par Frank P. Whitman. — *American Association for advancement of science*, meeting de Sprinfield, aoû 1895. — *The Physical Review*, de Cornell University, vol. III, n° 4, janvier-février 1896.

veau principe physiologique encore peu étudié, grâce à laquelle la comparaison de lumières de couleurs très différentes se fait avec la même précision que celle obtenue en comparant des lumières de même couleur au photomètre ordinaire.

Des expériences spéciales ont montré à l'auteur que l'on pouvait faire varier dans une grande mesure la durée relative d'exposition du carton fixe et du disque mobile aux deux lumières sans modifier les résultats des observations. Bien que la sensibilité de la rétine ne soit pas la même pour toutes les longueurs d'onde, et que des lumières différemment colorées demandent des temps différents pour produire des sensations égales sur l'œil, la vitesse de rotation du disque est toujours assez faible pour que chaque couleur produise son effet physiologique complet, et que les erreurs pouvant résulter d'une irrégularité dans la rotation du disque ou dans ses proportions soient négligeables.

Des expériences spéciales ont été faites pour déterminer si la méthode par scintillation donnait, dans tous les cas, une vraie mesure de l'éclairement comparable à celle que l'on obtiendrait par une méthode photométrique plus directe. Les résultats ont été favorables à la méthode proposée par M. Whitman.

En résumé, le photomètre à scintillation permet de comparer les lumières des couleurs quelconques avec une précision égale à celle de tous les photomètres ordinaires appliqués à la comparaison des lumières de même couleur. Différents observateurs à vue normale obtiennent des résultats concordants. Les irrégularités dans la division du disque ou sa vitesse de rotation n'ont aucune influence sur la précision de la mesure. L'intensité absolue des sources lumineuses comparées ne présente pas de difficultés plus grandes que dans les autres mesures photométriques, et l'appareil fournit une mesure de la puissance lumineuse d'une exactitude comparable à celle obtenue par les méthodes les plus dignes de confiance.

Espérons qu'un constructeur français voudra bien réaliser le photomètre si simple imaginé par M. Whitman, et nous mettre en mesure de vérifier *de visu* — c'est le mot — les avantages réclamés par l'auteur en faveur de son appareil. S'il permet d'obtenir des résultats concordants, inventeur et constructeur auront gagné la reconnaissance des photométreurs présents... et à venir.

E. H.

P. S. — En étudiant d'un peu plus près le photomètre de M. P. Whitman, nous avons été conduit à lui trouver certaines objections, et à réaliser un appareil tout différent, également fondé sur le principe des scintillations indiqué par M. Rood, mais dans lequel nous avons fait disparaître toutes les objections soulevées par l'appareil de M. Whitman (éclairement de deux plages différentes, l'une fixe l'autre mobile, observation par un seul œil, etc.). Nous décrirons prochainement ce nouveau photomètre. E. H.

SUR LES MESURES DE SELF-INDUCTION

La mesure du coefficient d'induction est certainement l'une des mesures les moins employées dans la pratique industrielle. Cet abandon tient en partie à la complexité apparente des méthodes, mais surtout au peu d'intérêt que l'on attache en général à la connaissance de ces coefficients; bien définis dans le cas des bobines sans fer ni métaux magnétiques, ils ont une signification plus indécise en présence de ces métaux; dans certains cas cependant, ces mesures peuvent rendre des services égaux, sinon supérieurs à la mesure des résistances.

Dans la construction des appareils électriques, on a souvent à faire un très grand nombre de bobines semblables, enroulées avec le même fil; il y a aujourd'hui peu d'ateliers dans lesquels cette fabrication n'est pas contrôlée par la mesure de la résistance; or, celle-ci comporte des incertitudes nombreuses, résultant de la conductibilité du fil employé, de la régularité de son diamètre et de la température, de telle sorte que la vérification ne permet pas de savoir à 3 ou 4 pour 100 près si le nombre de tours est bien celui que l'on a demandé. Lorsque les bobines ne renferment pas de noyau de fer, la mesure du coefficient de self-induction donne un contrôle très efficace; on sait en effet que ce coefficient varie comme le *carré* du nombre de tours, toutes choses égales d'ailleurs; il suffit donc de comparer entre eux les coefficients donnés par des bobines semblables pour s'assurer si les conditions exigées sont bien remplies. Il est bon d'insister sur ce point, que les mesures ne peuvent être que des comparaisons, car il n'existe pas de formule exacte et pratique pour calculer le coefficient d'induction d'une bobine en fonction de ses seules dimensions géométriques; de toutes les formules proposées, celle de J. Perry est la seule qui nous ait donné des résultats relativement approchés et permettant une prédétermination à 5 ou 10 pour 100 près.

Pour tirer le meilleur parti de cette mesure, il faut lui donner une exactitude comparable à celle des mesures de résistances; pour cela, il est utile d'employer une méthode de zéro; comme il s'agit de bobines sans fer, l'usage des étalons de self-induction est tout indiqué. On peut, si le galvanomètre est suffisamment sensible, se servir de la méthode de Maxwell pour la comparaison de deux coefficients de self-induction; dans le cas contraire, on peut augmenter la sensibilité de la méthode en employant le commutateur de MM. Ayrton et Perry, qui renverse le sens du courant dans le pont et dans le galvanomètre, de façon à obtenir sur celui-ci des impulsions répétées et de même sens.

Dans les cas où la bobine a un noyau de fer, la méthode de comparaison d'une self-induction à un[illegible] stance, indiquée par Rayleigh, donne des él[illegible] dont l'amplitude est proportionnelle au flux t[illegible]

traverse la bobine; on peut, en connaissant I ou en l'éliminant, obtenir la valeur du coefficient défini comme le rapport du flux total à l'intensité du courant. Indépendamment de cette valeur, dont l'importance pratique est secondaire, on peut tirer de cette mesure des indications assez intéressantes sur l'hystérésis des bobines dont les dimensions et la nature du fer sont inconnues.

Pour obtenir, par cette mesure, la courbe d'hystérésis, il suffit d'appliquer la méthode de Rayleigh en faisant varier le courant suivant un cycle complet de $+I$ à $-I$, *mais par variations successives*, comme dans les mesures de Rowland. Le mode opératoire est extrêmement simple :



la mesure étant disposée comme d'habitude pour cette méthode, on intercale dans le circuit de la pile un ampèremètre, un inverseur de courant et un rhéostat convenablement divisé pour donner à I des valeurs assez régulièrement espacées entre les limites extrêmes. Après avoir fait passer le courant maximum et l'avoir renversé à plusieurs reprises, on note l'intensité I_1, puis, intercalant brusquement une résistance du rhéostat, on obtient une valeur plus faible I_2; mais la variation $I_1 - I_2$ donne lieu à une élongation ε_1 du galvanomètre, un nouvel abaissement à I_3 donne ε_2, etc. Lorsque le cycle complet de $+I$ à $-I$ et à $+I$ a été fermé, on doit trouver la somme des élongations positives égale à celle des élongations négatives, l'écart existant entre les deux sommes donne une idée de la précision atteinte; avec un galvanomètre balistique assez sensible, à oscillations lentes, on doit trouver un écart de 1 pour 100 au plus.

Dans la méthode de Rayleigh, qui est la plus simple dans ce cas, la valeur de L_s est donnée par le rapport de ε avec une déviation permanente d produit par un déréglage r de la résistance mesurée, on a :

$$L_s = Kr\frac{\varepsilon}{d}$$

en appelant K le rapport entre une quantité d'électricité et l'élongation qu'elle produit sur le galvanomètre. Ce qui nous intéresse dans le cas actuel, c'est la valeur de L_sI ; pour la connaître, il faut mesurer pour un seul point l'élongation ε' donnée par le renversement du courant, l'intensité I_a lue sur l'ampèremètre et enfin la résistance r et la déviation d qui lui correspond. L'intensité qui traverse la bobine de self est donnée en fonction de I_a par le rapport des branches du pont, soit I' cette valeur, le terme L_sI est donné par :

$$L_sI_n = \frac{KrI'}{2d}\Sigma_1^n\varepsilon.$$

Si l'on trace une courbe de L_sI en fonction de I, celle-ci est semblable à la courbe classique de l'hystérésis et jouit des mêmes propriétés; la surface enveloppée a pour valeur

$$\int I\mathrm{d}(L_sI);$$

or, si nous nous reportons à l'équation fondamentale de l'induction, dans laquelle le flux est remplacé par L_sI,

$$EI\mathrm{d}t = RI^2\mathrm{d}t + I\mathrm{d}(L_sI),$$

et si nous intégrons cette équation, nous voyons que l'aire de la courbe fermée ci-dessus représente le travail perdu par l'hystérésis pendant un cycle complet de I.

Cette méthode permet donc d'évaluer directement l'effet de l'hystérésis dans une bobine, même quand on ne connaît pas le volume du fer et l'induction maximum, mais simplement l'intensité maximum. Les résultats sont comparables à ceux de tous les essais qui procèdent par variation lente. On tient compte de cette manière de l'hystérésis dans tous les points de la masse, quelle que soit l'induction à laquelle ils sont soumis.

L'aire de la courbe ramenée à l'unité appropriée à l'échelle du dessin, donne directement la perte en joules pour chaque cycle, lorsqu'on prend comme unités l'ampère et le henry.

Pour appliquer cette méthode aux bobines destinées aux courants intenses, aux transformateurs par exemple, il est nécessaire d'employer le pont de Thomson. Il est facile de démontrer que la méthode de Rayleigh s'applique aussi rigoureusement dans ce cas qu'avec le pont de Wheatstone; dès lors, il suffit de constituer un pont de Thomson au moyen d'une barre de laiton ou de maillechort de diamètre convenable pour l'intensité maximum du cycle et de donner aux quatre résistances formant les bras de proportion les valeurs les plus favorables pour obtenir la plus grande sensibilité possible du galvanomètre. Avec le pont de Thomson, on peut négliger le faible courant qui traverse les bras de proportion et prendre I égal à l'intensité lue sur l'ampèremètre. Cette solution pour la mesure des coefficients de self-induction nous a toujours fourni de très bons résultats avec les bobines dont la résistance est très faible et le coefficient L_s élevé.

H. Armagnat.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 27 janvier 1896.

De l'utilité des photographies par les rayons X dans la pathologie humaine. — Note de MM. Lannelongue, Barthélemy et Oudin. — La communication de MM. Oudin et Barthélemy sur ce sujet nous a conduits à entreprendre un certain nombre de recherches, en vue de confirmer les premiers résultats d'abord, en vue aussi de savoir quel parti on pouvait tirer de l'emploi des rayons de Röntgen dans les questions de diagnostic. On comprendra tout de suite qu'en présence de la connaissance exacte d'un fait sur lequel on n'était pas fixé, la thérapeutique chirurgicale trouve des applications positives et plus ou moins étendues.

C'est dans ce but qu'ont été entreprises des recherches dont je viens donner à l'Académie les premiers résultats. Je tiens à lui faire observer que le premier outillage que nous avons eu à notre disposition est encore insuffisant et qu'il s'est aussi ressenti de notre inexpérience. Si donc nous venons aujourd'hui publier quelques faits, c'est surtout pour répondre au sentiment de curiosité qui s'est traduit dans son sein lors de la présentation des plaques photographiques par M. Poincaré, et aussi pour dire que, véritablement, ce nouveau moyen est appelé à trouver des applications multiples en chirurgie.

Le premier fait est celui d'une pièce anatomique. C'est un fémur atteint d'ostéomyélite. L'un de nous a montré autrefois que la maladie connue sous ce nom était à tort considérée comme une périostite.

Si cela était vrai, les altérations osseuses auraient dû se produire de la surface au centre de l'os; sur la photographie de la pièce on voit, au contraire, que la surface de l'os est intacte, tandis que les couches centrales, jusqu'à un demi-millimètre de la superficie, sont détruites, converties en cavernes; le tissu osseux y est extrêmement raréfié et réduit à quelques travées. Normalement, le tissu osseux compact, réduit ici à presque la minceur d'une feuille de papier, devrait avoir au moins un demi-centimètre d'épaisseur. C'est ce qui a permis à la lumière de le traverser et c'est la raison d'être des taches blanches qu'on remarque sur l'os.

La seconde photographie est celle d'une affection tuberculeuse de la première phalange du doigt médium de la main gauche. Le diagnostic, facile d'ailleurs, en avait été fait, mais la maladie avait gagné légèrement l'articulation de la première avec la seconde phalange, et la seconde phalange était aussi, d'après l'examen clinique du sujet, un peu atteinte. L'épreuve photographique confirme entièrement le diagnostic. La première phalange est plus gonflée que celle des autres doigts; de plus, les limites de l'os sont confuses, parce que le périoste est épaissi par des fongosités et peut-être par une hypergénésie du tissu osseux. Le segment de la seconde phalange, que nous supposions être atteint secondairement, présente, en effet, une partie plus claire, indice d'une ostéite raréfiante. Enfin, l'espace occupé par les cartilages de cette articulation est plus grand que sur les autres jointures analogues, ce qui indique que l'articulation est un peu atteinte, comme nous l'avions pensé.

La troisième photographie a une signification moins précise. L'épreuve n'est pas bonne, l'exposition de la main à la lumière n'a pas été assez longue. Il s'agissait d'une pièce anatomique tirée de mon musée de l'hôpital Trousseau, qui a macéré pendant plusieurs années dans un liquide alcoolique et arsenical. On n'y voit qu'une chose significative dans l'espèce, c'est une ulcération profonde d'un des os du carpe, c'est-à-dire une perte de substance de cet os, en face d'une ulcération superficielle de la peau.

La photographie montre une tache blanche au niveau de l'ulcération osseuse.

Quelques propriétés des rayons de Röntgen. — Note de M. Jean Perrin, présentée par M. Mascart. — I. J'avouerai d'abord que je n'ai sur la découverte du professeur Röntgen que des renseignements assez vagues, tirés des journaux quotidiens, et que j'ignore encore quelles sont, au juste, ses expériences.

Quoi qu'il en soit, voici celles que j'ai tentées.

J'ai répété d'abord celle-là même qui constitue la découverte : si, en présence d'un tube de Crookes en activité, on place un châssis photographique chargé et fermé, sur lequel sont disposés différents objets; puis, si l'on révèle la plaque à la manière ordinaire, on y voit apparaître la silhouette de certains de ces objets; *quelque chose* qui émane du tube est donc venu impressionner la plaque au travers des corps interposés. C'est le rayonnement de Röntgen.

Ces rayons *ne sont pas des rayons cathodiques*; ceux-ci ne pourraient, en effet, sortir d'un tube à vide qu'au travers d'une paroi de quelques microns d'épaisseur [1], tandis que les rayons de Röntgen agissent facilement hors d'un tube dont la paroi peut avoir 1 mm.

II. Je recueillis ensuite quelques indications sur le degré de transparence de divers corps.

Le bois, le papier, la cire, la paraffine, l'eau se montrèrent très transparents, l'influence de l'épaisseur restant cependant nette. Viendraient ensuite, à peu près rangés par ordre d'opacité croissante, le charbon, l'os, l'ivoire, le spath, le verre, le quartz (parallèle ou perpendiculaire à l'axe), le sel gemme, le soufre, le fer, l'acier, le cuivre, le laiton, le mercure, le plomb. Ces résultats s[illegible]ore peu nombreux, et je ne peux songer à les r[illegible]ne

(1) Se reporter aux expériences de H. Hertz et [illegible]

loi générale; toutefois, on peut remarquer, dès maintenant, que les métaux sont en général moins transparents que les autres corps, mais n'ont pas l'opacité absolue qu'ils présentent pour la lumière. Si, par exemple, on superpose trois lames de fer, d'environ 2 mm chacune, l'opacité ne paraît atteinte que dans la région commune aux trois lames.

III. J'ai fait ensuite une expérience assez grossière afin de savoir si le rayonnement est bien défini, ou s'il forme seulement une houppe diffuse; en un mot, j'ai cherché si la propagation est *rectiligne*.

A cet effet, je plaçai devant le tube deux diaphragmes circulaires en laiton (lequel est opaque) distants de quelques centimètres; sur une plaque sensible placée un peu plus loin, j'obtins une tache bien définie, avec ombre et pénombre, et les dimensions de cette tache sont conformes à l'hypothèse d'une propagation rectiligne.

Il est donc possible d'isoler des pinceaux définis, dont on étudiera les propriétés.

IV. J'ai tenté de faire réfléchir un pinceau de rayons de Röntgen, défini par deux fentes de 5 mm, distantes de 4 cm. Ce pinceau tombait à 45 degrés sur un miroir d'acier poli, d'où, après réflexion, il aurait pu tomber sur un châssis chargé. Après une heure de pose, on n'obtint absolument aucune impression.

L'expérience ainsi tentée avec un miroir métallique fut reprise avec une plaque de flint comme miroir. La pose fut portée à sept heures : on n'obtint absolument rien.

V. Je cherchai de même à les réfracter. Pour cela, dans la moitié inférieure du pinceau défini par le système de fente, j'interposai d'abord un prisme de paraffine de 20 degrés, puis un prisme de cire de 90 degrés. Les deux parties du pinceau devraient donner des images distinctes, s'il y avait réfraction; en fait, ces deux images se prolongent exactement, et l'on peut affirmer que, si la déviation existe, elle est inférieure à 1 degré.

VI. Continuant à chercher quelles propriétés des rayons de Röntgen pouvaient coexister avec leur propagation rectiligne, je tentai de former des franges de diffraction.

La partie active du tube fut placée devant une fente très étroite; à 5 cm plus loin fut placée une fente de 1 mm, enfin à 10 cm plus loin, le châssis chargé et fermé. La pose dura neuf heures; j'obtins une image à bords très nets, sur laquelle on ne voit aucune frange.

Je mis exactement à la place de la plaque précédente une deuxième plaque sensible, et j'opérai cette fois à châssis ouvert, de manière à recevoir la lumière verte issue du tube; en quelques minutes, cette lumière donna une silhouette exactement superposable à la précédente, mais sur laquelle se voient des franges.

Si donc le phénomène est périodique, la période est très inférieure à celle de la lumière verte employée.

Il est bon d'observer que cette expérience, faite très rigoureusement, prouve la propagation rectiligne des rayons de Röntgen. Autour de cette propriété, qu'ils possèdent plus rigoureusement que la lumière, se groupent celles que j'ai signalées dans cette Note.

VII. Enfin, curieux de voir quel intérêt pratique pouvaient avoir les silhouettes obtenues, j'ai expérimenté quelques tissus vivants, avec le concours de M. Cligny, préparateur de zoologie à l'École normale, et de M. Mouton, attaché au Muséum. Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie deux clichés qui représentent, avec une grande fidélité, l'ossature et quelques organes d'un pleuronecte et d'une grenouille.

Les expériences ont pu être faites rapidement, grâce au concours que m'ont prêté, tant au point de vue de la conduite des expériences que de leur exécution pratique, mes professeurs, MM. Violle et Brillouin, et mes amis de l'École normale [1].

Observations au sujet de la communication de M. Perrin; par M. Poincaré. — M. Röntgen avait déjà reconnu que les rayons X ne se réfractent pas; il avait expérimenté avec des prismes formés de différentes matières; une seule fois, il a cru observer une légère déviation correspondant à un indice de 1,05, mais cette observation reste douteuse.

Il a vu également que ces rayons ne subissent pas de réflexion régulière, mais il croit qu'ils peuvent éprouver une réflexion irrégulière avec diffusion.

La lumière noire. — Note de M. Gustave Le Bon, présentée par M. d'Arsonval, — La publication récente d'expériences de photographie à la lumière d'origine cathodique me détermine à faire connaître, bien qu'elles soient très incomplètes encore, quelques-unes des recherches que je poursuis depuis deux ans sur la photographie à travers les corps opaques *à la lumière ordinaire*. Les résultats seuls présentent quelques analogies.

Les expériences suivantes prouvent que la lumière ordinaire, ou au moins certaines de ses radiations, traverse sans difficulté les corps les plus opaques. L'opacité est un phénomène n'existant que pour un œil comme le nôtre; construit un peu différemment, il pourrait voir aisément à travers les murailles.

Dans un châssis photographique positif ordinaire introduisons une plaque sensible, au-dessus d'elle un cliché photographique quelconque, puis au-dessus du cliché et en contact intime avec lui une plaque de fer, couvrant entièrement la face antérieure du châssis. Exposons la glace ainsi masquée par la lame métallique à la lumière d'une lampe à pétrole pendant trois heures environ. Un développement énergique et très prolongé de la glace sensible, poussé jusqu'à entier noircissement, donnera une image du cliché très pâle, mais très nette par transparence.

Il suffit de modifier légèrement l'expérience précédente pour obtenir des images presque aussi vigoureuses que si aucun obstacle n'avait été interposé entre la lumière et la glace sensible. Sans rien changer au dispositif précédent,

(1) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École normale supérieure.

plaçons derrière la glace sensible une lame de plomb d'épaisseur quelconque et rabattons ses bords de façon qu'ils couvrent légèrement les côtés de la plaque de fer. La glace sensible et le cliché se trouvent ainsi emprisonnés dans une sorte de caisse métallique, dont la partie antérieure est formée par la lame de fer, la partie postérieure et les parties latérales par la lame de plomb. Après trois heures d'exposition à la lumière du pétrole, comme précédemment nous obtiendrons après développement une image vigoureuse.

Quel est le rôle joué par la lame de plomb dans cette seconde expérience? *Provisoirement* je suppose que le contact des deux métaux étrangers donnerait naissance à de très faibles courants thermo-électriques, dont l'action viendrait s'ajouter à celle des radiations lumineuses ayant traversé la lame de fer.

J'espère pouvoir déterminer prochainement le rôle des divers facteurs qui peuvent entrer en jeu pour produire les résultats précédents. J'espère aussi pouvoir déterminer les propriétés de la lumière après son passage à travers les corps opaques. L'action que pourrait exercer la chaleur ou celle de la lumière emmagasinée sur les clichés ont déjà été entièrement éliminées dans mes expériences.

La lumière solaire donne les mêmes résultats que la lumière du pétrole et ne paraît pas agir d'une façon beaucoup plus active.

Le carton et les métaux, le fer et le cuivre notamment, sont aisément traversés par la lumière. Ce passage de la lumière à travers les corps les plus opaques n'est qu'une question de temps.

Si l'on répète les expériences précédentes à la chambre noire photographique, c'est-à-dire si l'on place une lame métallique devant la glace sensible, et par conséquent entre cette dernière et l'objet à photographier, on obtient, en deux heures au soleil, un noircissement intense de la glace au développement, ce qui prouve le passage de la lumière à travers la lame opaque, mais on n'obtient d'images que très exceptionnellement et dans des conditions que je n'ai pas encore pu déterminer.

J'ai donné aux radiations de nature inconnue qui passent ainsi à travers les corps opaques, le nom de *lumière noire*, en raison de leur invisibilité pour l'œil. En considérant les écarts entre le nombre des vibrations produisant les diverses formes de l'énergie, telles que l'électricité et la lumière, nous pouvons supposer qu'il existe des nombres intermédiaires, correspondant à des forces naturelles encore inconnues. Ces dernières doivent se rattacher, par des transitions insensibles, aux forces que nous connaissons. Les formes possibles de l'énergie, bien que nous n'en connaissions que fort peu encore, doivent être en nombre infini. La *lumière noire* représente peut-être une de ces forces que nous ne connaissons pas.

M. H. Dufour adresse de Lausanne, par l'entremise de M. Mascart, quelques épreuves obtenues à l'aide des procédés imaginés par M. Röntgen.

Une main d'enfant, dont les doigts étaient garnis de bagues en laiton ou en aluminium, fournit une épreuve sur laquelle on distingue la projection des bagues, le contour de la peau, la structure du squelette et, en particulier, l'ossification incomplète de la phalangette du petit doigt.

La photographie d'une grenouille permet également de distinguer les os du bassin, des membres et un peu ceux de la tête.

L'épreuve d'une auge à parois parallèles incomplètement remplie de sang n'a montré qu'une différence d'intensité à peine sensible entre la partie vide et celle qui était occupée par le liquide.

M. Ch.-V. Zenger adresse une Note relative aux expériences récentes de M. Röntgen.

M. Zenger rappelle ses propres Communications, faites à l'Académie des Sciences en février et août 1886; la photographie du mont Blanc qu'il a obtenue la nuit, à deux reprises, à 80 km de distance. Il rappelle également les travaux de MM. Hittorf, Hertz, Ayrton, qui ont démontré la perméabilité de plaques de soufre, de caoutchouc vulcanisé, de plâtre, etc. Suivant lui, la radiation cathodique n'est autre chose que la radiation ultra-violette, invisible, qui se produit dans l'espace raréfié des tubes de Crookes, et il était déjà démontré qu'elle est arrêtée par les plaques métalliques. Ces radiations peuvent développer la fluorescence et la phosphorescence, dans des corps qui sont opaques pour les radiations de longueurs d'ondes plus grandes.

Séance du 3 février 1896.

Sur l'énergie dissipée dans l'aimantation. — Note de M. Maurain, présentée par M. Mascart. — On sait que, lorsqu'un corps magnétique est soumis à l'influence d'une force magnétisante décrivant un cycle fermé, une certaine quantité d'énergie est dissipée sous forme de chaleur. On mesure ordinairement cette énergie au moyen des courbes d'aimantation obtenues en faisant varier le champ magnétique lentement ou par bonds successifs; de nombreux travaux ont été faits pour chercher sa valeur lorsque les variations du champ sont très rapides, ce qui est le cas dans les machines industrielles, mais les résultats obtenus sont peu concordants, même qualitativement; je me suis proposé de chercher comment elle varie avec la fréquence du champ périodique employé.

La quantité de chaleur mise en jeu était mesurée de la manière suivante : Un réservoir cylindrique en verre, surmonté d'une tige capillaire calibrée, contient le faisceau magnétique et est rempli d'alcool; il es placé à l'intérieur d'une longue bobine produisant un champ uniforme; lorsque cette bobine est parcourue par un courant alternatif, il se produit un dégagement de chaleur qui est traduit par le mouvement de l'alcool dans la tige capillaire; toutes les précautions sont prises pour protéger le réservoir contre l'échauffement de la bobine,

Dans ces conditions, la chaleur mise en jeu est due : 1° à l'aimantation elle-même ; 2° aux courants d'induction. Cette dernière partie peut être supprimée presque complètement par l'emploi, au lieu de barreaux massifs, de faisceaux formés de fils suffisamment minces ; la théorie, jointe aux résultats d'expériences comparatives faites avec des barreaux et des faisceaux de fils, permet de s'assurer de ce fait.

Le courant alternatif, produit par une machine Gramme, était mesuré à l'aide de la méthode électrométrique de M. Joubert ; l'alternateur était mis en mouvement par un moteur à courant continu dont on faisait varier la vitesse ; pour étudier l'influence de la fréquence, on maintenait constante l'intensité du courant alternatif en modifiant convenablement l'intensité du courant primaire.

La méthode calorimétrique employée est très sensible, mais aussi très délicate ; en général, il y aurait sur une mesure deux corrections à faire, provenant : 1° de la variation de la température ambiante qui produit un déplacement lent du niveau dans le tube capillaire ; 2° des pertes de chaleur à travers les parois du réservoir. Malgré toutes les précautions, ces corrections auraient toujours une part d'incertitude. J'ai donc cherché à les réduire le plus possible. On peut rendre la première très faible en opérant dans une pièce où la température varie lentement, et en s'astreignant à ne faire une expérience que quand la variation lente du niveau, toujours observée au préalable, est très petite par rapport à celle que l'on prévoit dans l'expérience à exécuter. Quant à la deuxième, on peut s'en affranchir de la façon suivante : la courbe représentant, en fonction du temps, la variation du niveau pendant une expérience, déterminée dans des expériences préliminaires, est une ligne droite qui s'infléchit au moment où les pertes de chaleur, à travers les parois, deviennent appréciables ; on procède aux expériences de mesures en ne fermant le circuit que pendant une durée inférieure à celle qui correspond à la partie rectiligne. Chaque mesure est répétée plusieurs fois, généralement trois, dans les mêmes conditions, ce qui permet de se rendre compte de la précision des expériences et de corriger toute erreur accidentelle.

Voici quelques-uns des nombres obtenus :

Fils de fer de 0,5 mm de diamètre :

Fréquence	10	19,6	35,45	42,25	49,9	63,5
Variation du niveau par période	153.10^{-4}	140	127,5	119,6	116,3	114
Valeurs relatives	1	0,915	0,833	0,781	0,76	0,745

2° Fils d'acier de 0,5 mm de diamètre :

Fréquence	13,4	18,35	39,9	51,7	65,5
Variation du niveau par période	$65,9.10^{-4}$	60,9	52,6	51,4	49,8
Valeurs relatives	1	0,924	0,798	0,78	0,755

Ainsi, *la quantité de chaleur dissipée pendant une période diminue quand la fréquence augmente, cette diminution étant de plus en plus lente.*

J'ai d'ailleurs vérifié, par des expériences faites avec des cylindres de cuivre, que, comme la théorie l'indique, la chaleur par période relative aux courants d'induction croît, au contraire, à peu près linéairement avec la fréquence.

J'ai cherché si la diminution relative observée était la même pour différentes valeurs du champ magnétisant ; pour cela, j'ai construit pour deux fréquences (22,65 et 46,5) les courbes représentant les variations de l'énergie dissipée en fonction de l'amplitude du champ (fils de fer de 0,5 mm) ; il suffit alors de prendre le rapport de deux ordonnées correspondantes. Voici les résultats obtenus :

Maximum du champ, en centigrammes[1]	50	100	150	200	250	300	350	380
Rapport	0,858	0,854	0,866	0,862	0,861	0,860	0,864	0,866

Ainsi, *la diminution relative est sensiblement indépendante de la valeur du champ.*

Les nombres indiqués dans la première ligne donnent la valeur maximum du champ produit par la bobine ; dans le faisceau lui-même, la force démagnétisante en réduit notablement la valeur.

Il resterait à expliquer pourquoi l'énergie dissipée diminue quand la fréquence augmente ; il me semble que cet effet pourrait provenir du rôle d'écran que jouent les couches superficielles du corps magnétique par rapport aux couches internes ; des expériences en cours d'exécution sur les écrans électromagnétiques, dans lesquelles j'étudie le rôle de la fréquence, paraissent favorables à cette manière de voir.

Résistance des lames métalliques minces. — Note de M. Édouard Branly. — En novembre 1894, M. Aschkinass a présenté à la Société de physique de Berlin des expériences relatives à l'accroissement de conductibilité de minces lames d'étain, sous l'influence des décharges électriques. Récemment, M. Minzuno et M. Haga ont repris la même étude. Ce phénomène n'est pas nouveau. J'ai fait connaître, en 1891, l'accroissement de conductibilité que l'action des décharges électriques détermine sur des feuilles d'or, d'aluminium, d'argent de très faible épaisseur[2].

En partant du verre platiné, qui m'avait offert le premier une diminution de résistance, j'avais été conduit à opérer sur des lames de verre ou d'ébonite recouvertes de métaux porphyrisés, puis sur des limailles plus ou moins tassées et enfin sur des limailles noyées dans des poudres isolantes. J'ai insisté sur les énormes variations de conductibilité de ces diverses substances.

Du verre platiné, il était naturel de passer à des lames métalliques minces. Bien qu'on ait alors affaire à des conducteurs continus, il n'est pas surprenant de voir encore se manifester les phénomènes observés avec des substances discontinues. Le battage ayant pour effet d'accroître les intervalles moléculaires des feuilles minces, on conçoit que les décharges puissent agir en comblant

(1) Après les Congrès internationaux de 1881, 1889 et 1893 le choix du centigramme comme unité (?) de mesure d'un champ magnétique est au moins bizarre. N. D. L. R.

(2) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 93 ; *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, t. VIII, p. 197 ; *Lumière électrique*, t. XL, p. 307 et 507.

les vides, comme elles paraissent le faire dans le cas d'agglomérés visiblement discontinus.

Mes expériences étaient faites au pont de Wheatstone, dans une salle à température constante.

Les feuilles étaient appliquées sur des lames de verre; elles avaient 6 à 7 cm de longueur, 5 mm environ de largeur, et leur communication avec le circuit était établie à leurs extrémités par des pinces de laiton.

La diminution de résistance ne se produit qu'avec des lames très minces et elle n'atteint que quelques centièmes de la résistance totale.

Des étincelles successives déterminaient à distance une diminution lente de résistance, mais l'effet maximum était obtenu d'emblée par la communication de la feuille métallique avec une bouteille de Leyde très faiblement chargée. L'aluminium est le métal qui m'avait présenté la plus forte diminution.

Le rétablissement de la résistance par le choc se produisait ici comme avec les substances discontinues; ce rétablissement est dû à un tremblement moléculaire analogue à celui qui fait décroître le magnétisme d'un barreau aimanté.

Abandonnée à elle-même après l'action d'une décharge électrique, la feuille métallique reprend peu à peu, et avec une très grande lenteur, sa résistance primitive. Le plus souvent, le retour n'est pas complet après vingt-quatre heures.

En tenant compte du nouveau phénomène que j'ai décrit l'an dernier sur la résistance au contact de deux métaux, l'interprétation des résultats relatifs à la diminution de résistance d'une feuille métallique devenait incertaine. Il était nécessaire de rechercher si la diminution n'est pas apparente et simplement due à la disparition d'une résistance au contact de la feuille et des plaques métalliques par lesquelles elle est reliée au reste du circuit. J'ai fait voir, en effet, que, pour certains métaux, il s'établit une importante résistance au passage, croissant avec la durée du courant et disparaissant subitement et presque complètement par le contact avec une bouteille de Leyde très faiblement chargée.

Pour élucider la question, j'ai repris la disposition expérimentale que j'ai figurée dans les *Comptes rendus* [1]. Ayant interposé une feuille d'or, ou d'aluminium, ou d'argent entre deux plaques de laiton, je me suis assuré que la résistance du système, négligeable au début du passage du courant d'un élément Daniell, n'augmentait pas avec le temps et qu'une décharge électrique ne la modifiait en aucune façon. Il est ainsi établi qu'avec des serrages en laiton il n'y a pas lieu de se préoccuper d'une résistance qui aurait son siège entre la feuille et les plaques de contact. Dans les expériences rappelées plus haut, ce sont donc bien les feuilles d'or, d'aluminium ou d'argent qui diminuent seules de résistance sous l'influence des décharges électriques.

Il n'en serait pas toujours ainsi. Si l'on opérait, par exemple, sur une feuille d'aluminium serrée à ses extrémités entre des plaques de plomb, l'effet produit par une décharge électrique serait complexe, car il y aurait à considérer à la fois la diminution de résistance de la feuille elle-même et la disparition presque complète d'une résistance de contact entre l'aluminium et le plomb, et cette dernière variation serait, dans ce cas, de beaucoup la plus importante.

(1) Séance du 22 avril 1895, t. CXX, p. 870.

Nouvelles propriétés des rayons X. — Note de MM. L. Benoist et D. Hurmuzescu, présentée par M. Lippmann. — En présence des diverses hypothèses par lesquelles on a essayé d'expliquer les récentes expériences sur les rayons X, nous nous sommes proposé d'étudier l'action de ces rayons, en dehors et assez loin du tube de Crookes qui les produit, sur des corps électrisés soustraits à la fois à toute action lumineuse et à toute action électrique extérieure.

Nous avons fait agir les rayons d'un tube de Crookes, qu'actionnait une assez forte bobine, sur les feuilles d'or d'un électroscope Hurmuzescu, éloignées d'environ 20 cm du tube, et successivement chargées d'électricité positive et négative.

Dans cet électroscope, le système conducteur isolé est à l'intérieur d'un cylindre de Faraday, formé par une cage métallique rectangulaire, qui est mise en communication avec le sol, et que ferment deux vitres mobiles dont on peut à volonté changer la nature. L'isolement obtenu par un disque de diélectrine que recouvre le tube de garde permet une conservation parfaite de la charge pendant plusieurs mois.

C'est en remplaçant successivement, par différentes plaques énumérées plus loin, la vitre en regard du tube de Crookes [1] que nous avons obtenu les résultats suivants :

Les rayons X déchargent immédiatement et complètement l'électroscope, plus rapidement si la charge est négative que si elle est positive. Cette action se produit au travers de plaques métalliques (aluminium) formant écran parfait, aussi bien au point de vue lumineux qu'au point de vue électrique. Elle se produit avec des degrés très différents de rapidité selon la nature et l'épaisseur des corps interposés. Nous avons donc ainsi à notre disposition une méthode nouvelle d'investigation applicable à l'étude de ces rayons et devant permettre d'obtenir sur leur véritable nature des indications importantes.

Cette méthode permet, en même temps, de réaliser sur ces rayons une expérience de cours, très simple et très démonstrative.

Voici le résumé de nos premières expériences :

La plaque à étudier étant mise en place, l'électroscope chargé à 40 degrés de divergence environ, le tube de garde replacé, le tube de Crookes mis en activité, nous avons observé :

1° Papier noir (seize feuilles superposées), la chute des feuilles d'or est immédiate et complète en quelques secondes; elles ne se relèvent pas;

2° Plaque de laiton de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur,

(1) Celles qui étaient bonnes conductrices se trouvaient ainsi directement reliées au sol; les autres étaient doublées, du côté des feuilles d'or, par une plaque d'aluminium, de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur, dont nous avions préalablement établi le rôle.

aucun changement dans la divergence des feuilles d'or;

3° Plaque d'aluminium de $\frac{1}{10}$ de millimètre, chute immédiate, complète en quelques secondes; même résultat avec des plaques d'aluminium atteignant jusqu'à 1 mm d'épaisseur et même plus, et le tube de Crookes étant éloigné jusqu'à 30 cm; la chute complète des feuilles d'or exige à peine quelques secondes de plus.

Nous avons soigneusement vérifié la valeur électrique de l'écran métallique formé par la cage et la plaque mises au sol.

Les corps qui se laissent traverser facilement sont ensuite l'argent en feuilles battues, des feuilles de papier imbibées de dissolutions métalliques, la fibre vulcanisée, la gélatine, le celluloïd, l'ébonite, l'étain, etc.

Ne se laissent pas traverser, au moins sous les épaisseurs employées : le laiton, le zinc, le verre, la porcelaine dégourdie (3 mm), etc.

Nous ne donnons encore aucun résultat quantitatif, nous proposant de développer l'emploi de notre méthode d'investigation à l'égard des rayons X (1).

Expériences sur les rayons de Röntgen. — Note de M. Albert Nodon, présentée par M. Lippmann (2). — 1° L'arc voltaïque produit dans l'air n'émet pas, d'une façon appréciable, de radiations jouissant de la propriété des rayons de Röntgen de traverser les corps opaques.

Ce résultat semble démontrer, en outre, que les radiations ultra-violettes du spectre, dont l'arc est riche, ne traversent pas sensiblement les corps opaques.

Une plaque sensible au gélatino-bromure d'argent, enveloppée dans des substances opaques à la lumière, telles que plusieurs épaisseurs de papier noir, puis exposée aux radiations directes d'un arc de 20 ampères, à la distance de 0,40 mm, pendant quinze minutes, n'accusa au développement aucune impression sensible, tandis qu'elle décelait, dans les mêmes circonstances, une action très nette des rayons de Röntgen.

2° Divers milieux colorés sont traversés avec une égale facilité par les rayons de Röntgen. L'expérience a été faite au moyen d'une feuille de zinc formant écran, percée de fenêtres devant lesquelles on disposait respectivement des gélatines colorées qui ne laissaient passer au spectroscope que des portions bien limitées du spectre. L'une des fenêtres était maintenue découverte et une autre était recouverte de gélatine incolore. Après une exposition aux rayons de Röntgen, derrière un écran de papier noir, la plaque photographique accusa au développement une égale impression produite au travers des diverses ouvertures.

Transparence des métaux pour les rayons X. — Note de M. V. Chabaud, présentée par M. Lippmann. — J'ai examiné quatorze métaux ou alliages usuels, au point de vue de leur transparence pour les rayons X. Les résultats obtenus sont consignés sur les photographies ci-jointes, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

Les métaux à essayer ont été laminés à l'épaisseur de 0,2 mm et découpés en lamelles rectangulaires ayant 35 mm de longueur sur 7 mm de largeur, et collées côte à côte et parallèlement sur un même bristol. En outre, une lame témoin en platine, de $\frac{1}{100}$ de millimètre d'épaisseur, est superposée au système des lamelles métalliques, qu'elle coupe transversalement.

La plaque photographique sensible a été protégée contre la lumière par une double épaisseur de papier noir. Le système des lamelles métalliques a été appliqué pendant la pose contre ce papier noir; la durée de la pose a été de 45 minutes, la longueur d'étincelle de la bobine excitatrice de 7 cm.

Les métaux comparés ainsi sont les suivants : *plomb, zinc, cuivre, zinc amalgamé, étain, acier, or, argent, aluminium* et *platine*.

L'expérience a montré que le platine seul, sous cette épaisseur de 0,2 mm, est parfaitement opaque. L'aluminium est, comme on le savait déjà, très transparent.

Les autres métaux dénommés ci-dessus ont une transparence appréciable.

Le platine lui-même, sous l'épaisseur de $\frac{1}{100}$ de millimètre, est facilement traversé, car la bande témoin projette sur le cliché une ombre légère. On voit cette ombre traverser celles projetées par les autres métaux, ce qui montre la transparence de ces métaux.

Le *mercure* mérite une place à part. Ce métal, sous l'épaisseur de 0,1 mm, paraît aussi opaque que le platine. Afin d'obtenir une lamelle de mercure de cette épaisseur, j'ai employé une cuve creusée dans du bois de 0,1 mm de profondeur, fermée par une lame de verre mastiqué. Il resterait à voir si, sous une épaisseur de $\frac{1}{100}$ de millimètre, par exemple, le mercure, à son tour, paraîtrait transparent comme le platine.

De la photographie des objets métalliques à travers des corps opaques, au moyen d'une aigrette d'une bobine d'induction, sans tube de Crookes. — Note de M. G. Moreau, présentée par M. Poincaré. — En répétant les expériences de Röntgen sur la photographie des objets à travers les corps opaques au moyen d'un tube de Crookes, j'ai obtenu, à travers une couche de carton de plusieurs millimètres, des épreuves nettes de différents objets en métal (clef d'acier, support en cuivre d'une chambre claire, roue en aluminium). Toutes ces épreuves présentent le relief des objets dû à des ombres dont l'orientation indique que les rayons actifs semblent venir de la partie positive du tube de Crookes et contourner les objets.

J'ai eu l'idée de substituer au tube de Crookes l'ai-

(1) Ces recherches ont été effectuées au laboratoire de M. Lippmann, à la Sorbonne, 1er février 1896.

(2) Ces expériences ont été faites au laboratoire des Recherches physiques, à la Sorbonne.

grette d'une forte bobine d'induction, actionnée par un courant moyen de 6 ampères. L'aigrette était produite entre une pointe positive et un petit plateau ou une ou plusieurs autres pointes négatives.

La plaque sensible a été placée avec l'objet à photographier (roue en aluminium de 1 mm d'épaisseur) à l'intérieur d'une boîte en carton complètement close. La boîte pouvait être disposée *normalement* ou *parallèlement* à l'effluve et en être séparée par du carton ou une planche en bois de 0,005 mm d'épaisseur.

Une première observation, faite avec cinq aigrettes normales à la boîte, n'a rien donné de sensible.

Six autres photographies ont été faites avec une aigrette parallèle, et ont donné des épreuves négatives absolument nettes et très intenses.

Toutes ces épreuves présentent un maximum d'action à la hauteur de l'aigrette. Elles indiquent ainsi que, comme dans le tube de Crookes, les rayons actifs viennent de la région positive du système oscillatoire.

Les deux photographies, faites à travers bois, m'indiquent une absorption notable des rayons et une réfraction sensible que je n'ai pu mesurer exactement jusqu'alors.

La durée de pose a varié entre une demi-heure et une heure, et j'espère pouvoir la réduire prochainement; l'intensité des épreuves indique la possibilité de la chose.

J'ai essayé également de photographier avec une aigrette de machine électrostatique les objets précédents. Je n'ai rien obtenu jusqu'ici.

Séance du 10 février 1896.

Étude du carbure d'uranium. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — Nous avons démontré précédemment que le carbone pouvait donner, avec les métaux, de nombreux composés parfaitement définis et cristallisés. Certains de ces carbures, tels que ceux de chrome C^2Cr^3 et CCr^4, de molybdène CMo^2, de titane CTi, n'exercent aucune action sur l'eau à la température ordinaire. D'autres, au contraire, décomposent l'eau froide avec la plus grande facilité, en donnant un oxyde métallique et un carbure d'hydrogène gazeux. Les carbures alcalino-terreux, cristallisés, de formule C^2R, préparés au four électrique, produisent ainsi de l'acétylène pur. Le carbure d'aluminium C^3Al^4 donne un dégagement lent de méthane. Récemment, M. Lebeau a démontré que le carbure de glucinium CGl^2 fournissait aussi par sa décomposition en présence de l'eau froide du gaz méthane pur.

Mais, pour certains carbures métalliques, la décomposition par l'eau sera plus complexe, et la nature des carbures d'hydrogène obtenus, beaucoup plus variable. C'est ce qui ressort de l'étude du carbure d'uranium.

Conclusions. — En résumé, l'uranium chauffé au four électrique, en présence d'un excès de carbone, fournit un carbure défini et cristallisé de formule C^3Ur^2.

Ce nouveau corps se décompose au contact de l'eau froide et donne environ le tiers de son carbone sous forme d'un carbure gazeux riche en méthane. L'autre partie du carbone produit un mélange de carbures liquides et solides et de matières bitumineuses. Il est vraisemblable que cette décomposition complexe tient à des phénomènes de polymérisation, analogues à ceux que M. Berthelot a décrits dans ses recherches sur la décomposition pyrogénée des carbures d'hydrogène.

La présence de l'hydrogène dans le mélange gazeux peut être due, d'un autre côté, à l'action secondaire d'un oxyde d'uranium hydraté qui doit être un puissant réducteur. Peligot a démontré autrefois, en effet, que le protoxyde d'uranium anhydre était très avide d'oxygène, puisqu'il était pyrophorique, et qu'il existait un sous-oxyde qui avait la propriété de décomposer l'eau.

On voit donc par ces expériences que la décomposition de certains carbures par l'eau froide peut être assez complexe. Cette réaction nous a semblé d'autant plus curieuse qu'elle permet d'obtenir les carbures d'hydrogène gazeux, liquides et solides, points de départ des composés organiques, par la simple action de l'eau à la température ordinaire sur un carbure métallique.

Action des courants à haute fréquence sur les toxines bactériennes. — Note de MM. d'Arsonval et Charrin. (*Extrait.*) — Nous avons précédemment étudié l'action des diverses modalités de l'énergie électrique sur les microbes, nous avons poursuivi depuis cette étude en l'étendant aux toxines sécrétées par ces microorganismes. Cette Note a pour but de faire connaître les résultats auxquels nous sommes déjà arrivés dans cette voie nouvelle.

Quelques essais ont été tentés dans le même sens, notamment par MM. Smirnoff et Kruger. Ces auteurs se sont bornés à employer une seule modalité électrique : *le courant continu*. Cette forme particulière de l'énergie électrique se prête très mal à une étude de la question, parce que le passage du courant continu à travers un liquide contenant des toxines bactériennes se complique forcément de phénomènes d'ordre chimique.

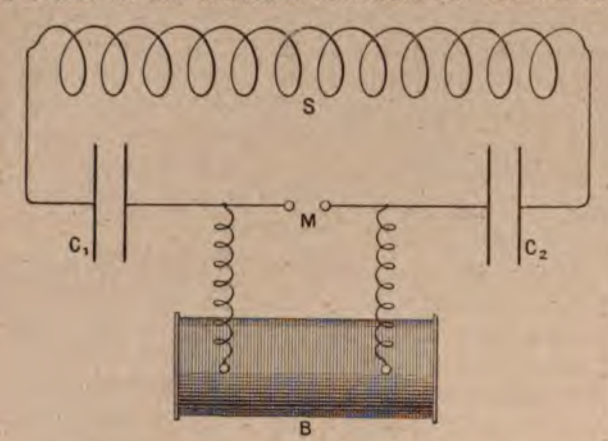
Indépendamment des produits *polaires* de l'électrolyse, il y a dans l'espace interpolaire toute une série de décompositions et de combinaisons chimiques qu'engendre le transport des ions. Il est donc impossible, avec le courant continu, de faire la part qui revient exclusivement à l'électricité dans les phénomènes observés.

Des expériences préliminaires que nous ne rapporterons pas ici, faites, d'une part, avec le courant continu et, d'autre part, avec le courant induit direct ou l'extra-courant d'une bobine, nous ont montré que les modifications imprimées aux toxines n'étaient nullement en rapport avec la *quantité* d'électricité les ayant traversées. Avec des courants induits, *toujours dirigés dans le même sens*, et s'accompagnant par conséquent d'électrolyse, le passage de 7 coulombs a produit des modifications plus profondes que celui de 78 coulombs provenant du courant continu. Cette expérience nous a donc clairement

montré que l'ébranlement moléculaire produit par les décharges électriques provenant de la bobine était un agent modificateur infiniment plus actif que l'électrolyse.

Pour éliminer toute action d'ordre électrolytique, c'est-à-dire d'ordre chimique, nous avons en conséquence été conduits à adopter la modalité électrique qui produit les ébranlements les plus rapides que l'on connaisse : *les courants alternatifs à haute fréquence*. Le dispositif employé est celui que M. d'Arsonval a signalé antérieurement à l'Académie dans une Note en date du 3 juillet 1893.

L'appareil se compose, en principe, d'un transformateur B, à haut potentiel et basse fréquence, dont le secondaire est relié aux armatures intérieures de deux condensateurs C_1, C_2, reliés eux-mêmes à un déchargeur à boules M. Les armatures extérieures de ces conden-



sateurs sont reliées en cascade par un solénoïde S. Des extrémités du solénoïde partent deux fils de platine, qui amènent le courant à haute fréquence à un tube en U, en verre, qui contient la toxine. Ce tube est plongé lui-même dans un vase contenant de l'eau glacée, qui empêche tout échauffement du liquide pendant le passage du courant. La fréquence est, comme on le sait, fonction de la capacité conjuguée des condensateurs C_1, C_2 et de la self-induction du solénoïde S. Dans les expériences rapportées ci-dessous, la fréquence, calculée d'après la formule de Thomson, est de 225 000 oscillations par seconde.

L'intensité *efficace* du courant traversant la toxine, mesurée au moyen d'un galvanomètre spécial ([1]), était de 75 ampères; et la densité *moyenne* du courant de 250 milliampères par centimètre carré. Ces chiffres ne donnent que l'intensité *efficace* du courant; quant à l'intensité *initiale*, elle est infiniment supérieure et dépasse certainement 50 ampères.

L'électricité passe donc à travers la toxine par *pulsations alternatives* extrêmement rapides et extrêmement intenses. Il est dès lors facile de comprendre de quelle puissance est ce branle-bas *totius substantiæ* imprimé à la toxine.

(Suit le résultat de quelques-unes des expériences...)

([1]) Voir ma Note à l'Académie en date du 15 juillet 1895. (D'Arsonval.)

Nous pouvons conclure de ces faits :

1° *Que la haute fréquence atténue les toxines bactériennes;*

2° *Que les toxines ainsi atténuées augmentent la résistance des animaux auxquels on les injecte.*

Sur l'application des rayons de Röngten au diagnostic chirurgical. — Note de MM. Lannelongue et Oudin. (*Extrait.*) — La Communication que nous avons faite, il y a quinze jours, sur le même sujet, en appelait nécessairement d'autres. Il s'agit, en effet, maintenant de quitter le domaine de la main et de savoir dans quelle mesure les nouveaux rayons peuvent traverser les parties les plus épaisses du corps humain, pour montrer l'état des parties dures qui s'y trouvent. Nous avons pris la cuisse et le genou dans cette intention; c'est la première fois, croyons-nous, que la tentative était faite. Les deux sujets avaient eu d'ailleurs de longues maladies de cette région du corps, et il était intéressant de savoir si les diagnostics, qui avaient été soigneusement faits avant l'éclairage, trouveraient une confirmation éclatante.

(Suivent des détails d'un caractère exclusivement chirurgical.)

En résumé, l'examen par la nouvelle lumière n'a apporté aucun renseignement ayant passé inaperçu, mais il a été, de tous points, conforme aux indications fournies par la clinique.

M. l'abbé Leray soumet au jugement de l'Académie une Note « *Sur quelques phénomènes d'induction électrostatique* ».

L'auteur se propose de faire ressortir les analogies qui existent entre les phénomènes d'induction électrostatique et les phénomènes d'induction électrodynamique. Il décrit un certain nombre d'expériences, qu'il se propose d'ailleurs de poursuivre, et qui lui paraissent éclairer ces phénomènes d'un jour nouveau. (*Commissaires* : MM. Cornu, Mascart, Lippmann.)

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 février 1896.

M. Jean Perrin expose devant la Société ce que l'on connait actuellement des **Rayons de Röntgen**. (Voir l'*Académie des Sciences*, p. 85.)

M. Violle a montré, la semaine dernière, aux auditeurs du Conservatoire des Arts et Métiers, des photographies à travers corps opaques obtenues dans son laboratoire avec un appareil Tesla, et, ce qui est commode, une lampe à incandescence illuminée par induction au moyen de deux lames d'étain collées sur le verre.

M. Raveau pense qu'il est prématuré de conclure, de l'absence de réflexion et de réfraction sensibles, à l'im-

possibilité de rapprocher les rayons X des radiations ultra-violettes. Les formules de dispersion, telles qu'elles résultent des théories de Helmholtz, Ketteler, Drude, donnent, pour l'indice des radiations de période extrêmement courte, des valeurs qui tendent vers l'unité en croissant. Les rayons X pourraient alors être simplement des vibrations transversales très rapides, ce qui n'est pas en contradiction avec les expériences d'interférence et de diffraction, et ce qui rendrait compte de toutes les propriétés qu'on leur connaît. La théorie suppose l'existence, pour tous les corps transparents, d'une bande d'absorption énergique dans l'ultra-violet, au delà de laquelle l'indice est d'abord petit. L'existence de cette bande d'absorption est démontrée pour plusieurs corps, en particulier pour l'air atmosphérique; pour l'argent, dont la transparence va en croissant à mesure qu'on s'éloigne du violet et dont l'indice a des valeurs très faibles, 0,25 environ, la bande d'absorption serait dans le spectre visible.

M. P. Chappuis donne lecture d'une note de M. Henri Dufour (de Lausanne). Voici résumés les résultats saillants de cette note :

Comme M. Joubin, M. Dufour constate la supériorité du dispositif Tesla pour exciter la fluorescence et les rayons Röntgen. Une main d'adulte montre l'ossature en quinze minutes.

L'intensité des rayons Röntgen est liée à la fluorescence du verre employé pour le tube de Crookes. Cette fluorescence doit être vert clair.

L'auteur insiste sur l'analogie des rayons Röngten avec les ultra-violets, notamment en ce qui touche leur action sur les corps électrisés. Cette action fournit une méthode avantageuse pour mesurer l'intensité de la radiation et l'effet absorbant des corps interposés. Il cite quelques chiffres.

M. Hurmuzescu dit qu'en collaboration avec M. Benoist il a trouvé des résultats semblables à ceux de M. Dufour. Une communication sera faite à la Société quand leurs travaux seront avancés. Cependant MM. Hurmuzescu et Benoist peuvent dès maintenant annoncer qu'ils ont vérifié la loi de la raison inverse du carré des distances.

M. Broca pense qu'il n'y a aucune différence essentielle entre les rayons observés par M. Lénard et ceux de M. Röntgen. M. Lénard a observé, dans chaque expérience, le degré du vide et la distance explosive d'un excitateur à boules relié aux électrodes du tube étudié. Il a poursuivi ainsi les variations des phénomènes. L'ensemble des faits observés ne diffère pas essentiellement de ceux de M. Röntgen.

Quant aux conditions de production des rayons, ceux de M. Lénard sortent du tube par une fenêtre d'aluminium, tandis que ceux de M. Röntgen traversent le verre du tube lui-même. Mais M. Röngten a observé aussi à travers une fenêtre d'aluminium, et M. Lénard à travers une paroi de verre soufflé. Ainsi, il n'y a plus de différence qu'entre les épaisseurs des parois traversées par les rayons. M. Broca l'attribue soit à la différence d'énergie de l'excitation, soit peut-être à une différence dans la longueur d'onde entre les rayons des deux observateurs.

M. de Chardonnet rappelle qu'il a montré, il y a quinze ans, à la Société de Physique, des photographies obtenues au moyen des rayons ultra-violets qui ont traversé une lame d'argent.

M. Violle, après une étude rapide des différents **Étalons de lumière** employés jusqu'à ce jour, rappelle que, dans une précédente séance de la Société (21 juin 1895), il a indiqué la flamme de l'acétylène comme convenant très bien à la fabrication d'un étalon pratique, puisque, si l'on brûle l'acétylène sous une pression un peu forte et dans un bec qui l'étale en une large lame mince, on obtient une flamme parfaitement fixe, très éclairante, d'une blancheur remarquable et d'un éclat sensiblement uniforme sur une assez grande surface. En plaçant devant la flamme un écran percé d'une ouverture de grandeur déterminée (que l'on peut d'ailleurs faire varier suivant les besoins), on réalise une source convenant très bien pour les mesures photométriques usuelles. Suivant ces principes, il a fait construire par M. Carpentier une lampe étalon d'un emploi facile. L'acétylène arrive par un petit orifice conique, entraîne avec lui l'air nécessaire; puis, il pénètre par un trou étroit dans un tube où se fait le mélange et qui se termine par un bec en stéatite semblable à ceux du gaz d'éclairage. On peut employer soit la flamme entière, soit mieux une portion seulement. Dans le modèle présenté, la flamme est enfermée dans un porte-boîte dont l'une des faces porte un diaphragme à iris permettant de prendre immédiatement sur la lampe en régime normal le nombre de bougies dont on a besoin, tandis que l'autre face peut recevoir des ouvertures calibrées d'avance permettant d'utiliser différents régimes.

M. Le Chatelier fait remarquer que le mélange d'air à l'acétylène au moyen d'un dispositif analogue à celui du brûleur Bunsen, dont il a recommandé, dans une séance antérieure de la Société d'Encouragement, l'emploi pour l'éclairage, semble moins convenir pour un étalon photométrique. De très légères variations dans les proportions relatives des deux gaz suffisent pour modifier considérablement la nuance de la flamme, sinon son éclat moyen.

Par la même occasion, M. Le Chatelier signale l'inexactitude des mesures faites en Angleterre sur la température de la flamme de l'acétylène. Ces mesures sont doublement fautives : en premier lieu, la température de la soudure thermoélectrique n'est pas celle de la flamme dans laquelle elle est plongée, mais est intermédiaire entre la température de la flamme et celle du milieu ambiant vers lequel elle rayonne; en se[illegible] ne suffit pas de chauffer la soudure, il fau[illegible] les fils sur une certaine longueur pour [illegible] refroidissent, par conductibilité, la soudu[illegible]

BIBLIOGRAPHIE

Cours élémentaire de manipulations de physique (2e édition), par Aimé Witz. — *Gauthier-Villars et Fils*, éditeurs. Paris, 1895.

L'enseignement de nos Écoles et Facultés passe actuellement par une période sinon d'évolution, du moins de développement, qui est un signe des temps. Nous sommes loin d'y trouver à redire. Sans rien perdre de son caractère didactique et théorique qui tient toujours la première place dans nos études, il se complète de plus en plus par des leçons pratiques réclamées par les besoins industriels toujours croissants de notre époque. Après les *Recettes de l'Électricien* de M. Hospitalier, les *Mesures électriques* de M. Eric Gerard, voici venir, non pas un nouvel ouvrage, mais une nouvelle édition du *Cours de manipulations de physique* de M. Aimé Witz. Cette seconde édition, à peu de distance de la première, prouve suffisamment le succès de cette publication, sans qu'il soit autrement besoin d'insister. Aujourd'hui en effet où l'on cherche à se rendre compte de tout, on sent instinctivement que, si la théorie est le premier fondement de toute science, si elle doit guider toutes les recherches, il est indispensable de pouvoir manier soi-même les instruments dont on a appris le principe et que l'expérience seule révèle bien des faits impossibles à prévoir et dont l'explication ne s'échafaude qu'*a posteriori*.

Le livre que nous avons sous les yeux émane d'ailleurs d'un auteur justement apprécié en raison de sa tendance naturelle à mettre son savoir à la portée des débutants, petits et moyens. Il fait partie d'un ensemble plus général, « l'École pratique de physique », et s'adresse aux premiers sous le nom de « Cours élémentaire »; les seconds trouveront satisfaction dans un volume subséquent intitulé « Cours supérieur de manipulations de physique » dont nous aurons prochainement occasion de parler. A défaut de programmes d'études absolument précis, il y avait là une gradation et un partage délicats. L'expérience seule pouvait sur bien des points servir de guide; sans se contenter de la sienne, l'auteur a modestement sollicité celle de ses collègues; nous ne pouvons que l'en féliciter, et l'accueil fait à son œuvre témoigne du choix heureux des éléments dont il l'a constituée.

Ce premier volume comprend 57 manipulations relatives aux diverses branches de la physique et classées sous 9 rubriques différentes formant autant de chapitres. Parmi eux, un seul nous intéresse directement; c'est celui qui a trait à l'électricité; mais la connexion entre elle et les autres parties de la physique, la variété des mesures auxquelles elle donne lieu, les emprunts qu'elles se font mutuellement sont tels qu'aucun de ces chapitres ne saurait nous laisser indifférents. Qu'il s'agisse des quantités fondamentales du système C.G.S., de barométrie, thermométrie et hygrométrie, de densités, de dilatations, de calorimétrie, d'optique, voire d'acoustique, nous avons beaucoup à y prendre et on y trouvera bien des renseignements pratiques qu'on chercherait en vain dans la plupart des Traités de physique.

En ce qui touche particulièrement l'électricité, on y compte sept manipulations comprenant l'étude des piles, la galvanoplastie, la dorure et l'argenture, la mesure des intensités par les voltamètres, la même mesure par les boussoles, la mesure des résistances par le pont de Wheatstone, et l'emploi des couples thermo-électriques pour la mesure des températures. Ce ne sont bien là que les premiers éléments destinés à former les jeunes conscrits. Le reste viendra ensuite.

La caractéristique générale du mode d'exposition de l'auteur est une méthode uniforme, suivie dans chaque cas et dont l'ordre systématique indique nettement les vues du maître et facilite, en même temps qu'il règle, le travail des élèves : résumé théorique de la question, description des appareils employés, petit manuel opératoire, et applications ou résultats précisant le but à atteindre.

Au point de vue doctrinal, qui a d'ailleurs peu de place en ces leçons, nous n'insisterons pas, aujourd'hui que nous savons M. Witz adepte de l'école C.G.S.; nous n'en voulons pour preuve que ce titre d'une absolue correction : « Mesure des *masses* par la balance ». Dans ces conditions, nous lui ferons, comme à d'autres, crédit pour le reste, en le priant toutefois de ne pas pousser trop loin sa charitable condescendance. Nous ne différons en effet que dans les moyens d'exécution, qu'il estime devoir être patients et progressifs, alors que nous croyons plus pratique d'agir brusquement pour enrayer l'erreur et la confusion et surtout ne pas leur donner prise chez les commençants.

Quant aux éditeurs toujours si jaloux de parer leurs auteurs et eux-mêmes par le soin de leurs publications, nous ne leur demanderons pas de modifier leur mode de notation « en l'air », réglé sur celui de l'Académie des sciences, malgré la plus grande difficulté de composition (1^{volt},9 au lieu de 1,9 volt, par exemple); mais nous ne voyons pas le grand avantage qu'il y a à écrire $48^{\text{él}}$ Bunsen quand il serait si simple et si correct (suivant l'Académie française) de mettre 48 éléments Bunsen. Dans le même ordre d'idées il n'y a pas de raison pour ne pas écrire 1^{galvan} ou $2^{\text{mach. à c. alt.}}$ pour 1 galvanomètre ou 2 machines à courants alternatifs. Nous espérons qu'il n'y a pas là et ailleurs une question de principe et nous passons outre.

E. Boistel.

Alternating electric currents (Courants alternatifs), par Houston et Kennelly. — *The Johnston C°*. New-York, 1895.

Bien qu'il soit dans la nature humaine de désirer savoir sans avoir appris et de juger souvent les choses sans les connaître ou les comprendre, nous estimons qu'il y a encore assez d'hommes intelligents et de bonne volonté

pour défrayer la publication de livres scientifiques mis à la portée des gens du monde, surtout lorsqu'il s'agit d'applications aussi universelles et aussi générales que celles, à peine naissantes, de l'électricité. Il faut cependant pour cela deux choses : la première, c'est que ces livres soient bien faits, ce qu'on ne peut attendre que d'auteurs de tout repos ; la seconde, c'est que leur apparition soit révélée à ceux auxquels ils s'adressent.

Cette dernière besogne incombe au publiciste, et nous serons toujours heureux de l'accomplir en signalant ce qu'il y a de bon et de réellement fructueux, impitoyable d'ailleurs pour les productions mal conçues ou trop légèrement traitées qui ne laissent que des idées fausses et une outrecuidance pires que l'ignorance. En ce qui concerne les auteurs, nous ne sommes pas gâtés en France à cet égard : nos savants ne quittent pas volontiers les hauteurs éthérées pour descendre vers des sphères plus modestes où leur intervention serait si profitable, et nos éditeurs confondent trop souvent la demi-science avec les horizons très précis que réclame au contraire l'intelligence courante.

Il n'en est pas de même à l'étranger, et le spécimen qui, entre autres, nous vient d'Amérique est un heureux exemple de ce à quoi il est possible d'arriver, non sans de mûres réflexions et beaucoup de travail, nous le reconnaissons, dans la voie indiquée. Ce petit livre est le premier d'une « Série électrotechnique élémentaire » en dix volumes indépendants, destinée au public non spécialiste et qui comprendra les principales branches de la science électrique présentant un intérêt général. Deux des noms les plus connus, même en deçà de l'Atlantique, n'ont pas hésité à s'attacher à cette œuvre, que nous qualifierons presque d'humanitaire ; nous nous en félicitons et les en remercions. Leur objectif est, tout en restant exacts, de mettre à la portée de tous, sans autres mathématiques que l'arithmétique et en langage aussi clair et aussi dépouillé que possible de termes trop techniques, les principes fondamentaux des applications de chaque jour. Et, comme les Américains n'y vont généralement pas de main morte, ils commencent d'emblée par l'un des sujets les plus ardus, les courants alternatifs et leur emploi sous leurs diverses formes.

Cette entrée en matière est assez crâne ; elle est en même temps très habile en ce qu'elle garantit l'avenir de la « Série ». Elle n'a d'ailleurs au fond rien que de très logique, à notre sens, étant donné l'ordre naturel dans lequel se manifestent à nous les phénomènes électriques, et il n'est peut-être pas téméraire d'envisager l'enseignement électrique de l'avenir comme débutant par les courants alternatifs.

Quoi qu'il en soit, cet opuscule est un petit bijou dans son genre, admirablement présenté d'ailleurs comme on sait le faire au delà des mers, et nous le recommandons à la lecture de tous ceux, même électriciens, qui connaissent la langue anglaise et s'intéressent à ce genre de publications.

F. BOISTEL.

JURISPRUDENCE

EXTENSION DU MONOPOLE DES COMPAGNIES GAZIÈRES

Le Conseil d'État maintient avec énergie contre tous les assauts la jurisprudence que nous avons souvent exposée. L'industrie électrique vient d'être, une fois de plus, victime de cette persévérance.

Une Compagnie gazière qui a obtenu d'une ville la concession du service de l'éclairage public et privé avec le privilège exclusif d'établir des canalisations dans les rues, acquiert implicitement le monopole de tous les genres d'éclairage, quels qu'ils soient, si elle s'est obligée à faire profiter la ville des *découvertes de la science*.

Voilà ce que vient de décider un arrêt du 7 février 1896 rendu contre la ville de Falaise.

Ainsi, après avoir fait découler du monopole *de droit* dérivant de la concession de l'éclairage public un monopole *de fait* pour l'éclairage des particuliers, le Conseil d'État, poussant plus loin ses déductions, arrive à conférer au concessionnaire de l'éclairage par le gaz un monopole encore plus général qu'il étend à l'éclairage sous toutes ses formes.

Il n'avait été question, dans les traités de Falaise, que de l'éclairage par le gaz et il semblait que les perfectionnements prévus ne devaient concerner que ce mode d'éclairage. Le conseil de préfecture du Calvados et, après lui, le Conseil d'État ont rejeté cette interprétation.

L'arrêt s'exprime en ces termes :

Le Conseil d'État....

Considérant que des dispositions combinées des traités intervenus en 1855 et en 1874 entre la ville de Falaise et le sieur de Clock, il résulte que ledit sieur de Clock a été seul chargé du service de l'éclairage tant public que particulier de la ville de Falaise, et que, à cet effet, le privilège exclusif d'établir des canalisations sous les voies publiques lui a été concédé ;

Qu'en retour, certains avantages ont été assurés à la ville ;

Que, dans la commune intention des parties, ces avantages devaient trouver leur compensation dans l'exercice de tous les droits concédés ;

Que si les traités réglementent uniquement l'éclairage par le gaz, seul procédé alors en usage, la ville, en imposant au sieur de Clock, par l'article 8 du traité de 1874, l'obligation de la faire profiter, sous des conditions déterminées, de l'application des découvertes de la science, a, par cela même, précisé le sens et la portée des engagements qu'elle contractait envers lui et du droit exclusif qu'elle entendait lui concéder ;

Qu'il suit de là qu'en autorisant les sieurs Gérard et Bru à placer sur les dépendances de la voirie urbaine des fils pour la distribution de la lumière électrique aux particuliers, le maire a méconnu les obligations de la ville vis-à-vis de son concessionnaire et lui a causé un préjudice dont il est dû réparation ;

Qu'ainsi les requérants ne sont pas fondés à demander l'annulation de l'arrêté par lequel le Conseil de préfecture du département du Calvados a ordonné une expertise à l'effet d'évaluer ce préjudice ;

Décide :

Article premier. — Les requêtes de la ville de Falaise et des sieurs Gérard, Bru et Cie sont rejetées ;

Art. 2. — La ville de Falaise et les sieurs Gérard, Bru et Cie sont condamnés aux dépens de leurs poursuites.

Le Conseil d'État a parlé : la cause est entendue, car la chose jugée est réputée être l'expression de la vérité juridique. Et cependant, l'argumentation de l'arrêt ne force pas notre conviction. On déclare que la ville de Falaise avait reçu des avantages de son concessionnaire et que ces avantages, dans la commune intention des parties, devaient être compensés par l'exercice de tous les droits concédés. La difficulté était précisément de déterminer ces droits. La concession ne portait que sur le monopole de l'éclairage par le gaz et sur le privilège exclusif d'établir des canalisations pour assurer le service. Il est vrai qu'on prévoyait les découvertes de la science. Mais comment prétendre que les parties contractantes, en 1855 et en 1874, ont pu avoir en vue une invention quelconque rendant inutiles les canalisations? Supposait-on alors que quarante ans après le contrat originaire les habitants de Falaise demanderaient à être éclairés autrement que par le gaz? L'article 1150 dispose que, en matière d'exécution d'obligation, on ne peut être tenu que des dommages-intérêts qui ont été prévus ou qu'on a pu prévoir lors du contrat. Le jour de la signature des traités, qui donc a pu imaginer qu'on pourrait plus tard faire concurrence au concessionnaire sans employer le gaz et sans poser des canalisations sous les voies publiques?

GUSTAVE PINTA,
Docteur en droit.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office ÉMILE BARRAULT, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

227607. — **Schromburg.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 2 février 1893, pour isolateurs pour conducteurs électriques permettant de fixer les fils conducteurs sans l'emploi de fils d'attache* (25 juillet 1895).

249176. — **Hummel.** — *Perfectionnements dans la disposition des compteurs pour moteurs électriques à courant alternatif* (25 juillet 1895).

249511. — **Gordon.** — *Perfectionnements aux piles galvaniques* (20 juillet 1895).

249201. — **Hessberger.** — *Appareils électriques dont le mouvement est basé sur la variation de résistance du bismuth dans le champ magnétique* (26 juillet 1895).

249276. — **Compagnie française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux lampes à arc à courants alternatifs* (30 juillet 1895).

249520. — **Biles.** — *Interrupteur permettant l'allumage à distance d'une ou de plusieurs lampes* (1er août 1895).

235809. — **Suisse** et **Hennequin.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 2 novembre 1893, pour nouveau système de régulateur électrique pour lampes à arc* (25 juillet 1895).

240657. — **Société Zimmermann** et Cie. — *Certificat d'addition au brevet pris le 10 août 1894, pour charrue à bascule actionnée par l'électricité* (26 juillet 1895).

249559. — **Sieur.** — *Compteur de débit des liquides ou des gaz à transmission de mouvement magnétique* (1er août 1895).

234892. — **Smith.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 30 mars 1893, pour des perfectionnements dans les systèmes de chemins de fer ou tramways électriques* (3 août 1895).

255681. — **Lebrun.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 22 janvier 1894, pour un système de locomotive électrique* (26 juillet 1895).

249583. — **Buxtorf.** — *Nouveau système de Jacquard électrique pour la production de dessins maille unie bouclés, bouclés épinglés chaînés, etc., à deux ou plusieurs couleurs* (3 août 1895).

249516. — **Société de Traction électrique sur les voies navigables.** — *Perfectionnements apportés aux systèmes de traction électrique en général et en particulier à la traction des bateaux sur les voies navigables* (9 août 1895).

244575. — **Mauger.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 28 janvier 1895, pour l'adaptation des dynamos sans accumulateurs aux bicyclettes actuelles, permettant de produire de l'électricité à volonté et de diminuer la fatigue des cyclistes dans les rampes et sur de longs parcours* (12 août 1895).

249566. — **Beaunier** et **Mathieu.** — *Nouveau contrôleur électriques de ronde* (2 août 1895).

249468. — **Société anonyme la Précision.** — *Déclenchement silencieux électromagnétique pour horloges* (7 août 1895).

249551. — **Remon-Casas.** — *Machine dynamo-électrique à courant continu, à inducteur multipolaire et à bobine excitatrice unique* (1er août 1895).

249515. — **Société de traction électrique sur les voies navigables.** — *Dynamos à peignes et à treillis pare-étincelles* (9 août 1895).

247787. — **Hallé.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 30 mai 1895, pour une machine dynamo-électrique à courant continu, à induction bipolaire ou multipolaire tournant à l'intérieur de l'induit* (12 août 1895).

249554. — **Muller.** — *Disposition de fil métallique dilatable pour instruments de mesures électriques ou pour relais* (1er août 1895).

249585. — **Constam** et **Gaster.** — *Procédé de fabrication des corps éclairants employés dans l'éclairage électrique* (3 août 1895).

249405. — **Camus.** — *Nouveau régulateur à arc voltaïque à rapprochement continu des charbons proportionnellement à leur usure* (5 août 1895).

249429. — **Harris.** — *Compteur d'électricité* (6 août 1895).

249466. **De Meritens.** — *Nouvelle lampe électrique à arc sans aucun mécanisme* (7 août 1895).

249561. — **Comboul.** — *Nouvel appareil électrolyseur* (1er août 1895).

249400. — **Société Ackermann et Cie.** — *Agglomération du carbone amorphe et du carbone cristallisé et leur combinaison ensemble ou séparés avec un métal ou composé métallique quelconque par l'électricité* (8 août 1895).

249695. — **Thévenet Le Boul.** — *Dispositif de traction électrique à conducteurs souterrains* (19 août 1895).

249716. — **Mc Laughfin.** — *Perfectionnements dans les chemins de fer électriques* (20 août 1895).

249665. — **Rébikoff.** — *Système d'éclairage électrique des des trains de chemins de fer* (16 août 1895).

249548. — **Reclus.** — *Récepteur moteur électrochronométrique* (10 août 1895).

249544. — **Cathelineau.** — *Dispositif pour régulariser l'allure des machines motrices en général et plus spécialement applicable en vue de la pose des câbles sous-marins* (10 août 1895).

249580. — **Buckingham.** — *Perfectionnements dans les télégraphes imprimants* (15 août 1895).

249682. — **Société industrielle des téléphones** (*constructions électriques, câbles caoutchouc*, etc.). — *Perfectionnements dans les commutateurs multiples téléphoniques* (17 août 1895).

249614. — **Tourlonnias.** — *Accumulateur d'électricité* (15 août 1895)

249624. — **Société l'accumulateur Fulmen.** — *Accumulateur électrique* (14 août 1895).

249719. — **Raab.** — *Compteur de courant alternatif avec égalisation de déplacement variable des phases produit dans les consommateurs de courants* (20 août 1895).

249613. — **Webb.** — *Perfectionnements apportés aux dispositifs d'allumage électrique pour brûleurs à gaz*, etc. (15 août 1895).

249659. — **Pottin.** — *Système de contrôle mécanique et électrique des recettes dans les théâtres et autres établissements publics à entrée payante* (16 août 1805).

249761. — **Postel Vinay** et **Rechniewski.** — *Système permettant de réduire les effets d'électrolyse des tuyaux placés en terre à proximité des rails servant de retour de courant dans les tramways électriques* (21 août 1895).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Elettricita alta Italia. — Cette Société vient d'être constituée à Turin au capital de 3 500 000 fr, dont 1 650 000 fr en actions et 1 650 000 en obligations, sous les auspices de la maison de banque Sormani et Deslex.

Elle a pour objet la création et l'exploitation d'un transport d'énergie du fleuve Chinsella à la ville de Biella; les études ont été faites par M. E. Perrini et les travaux seraient donnés à la maison Siemens et Halske.

La direction est confiée à M. Raffaele Ponso, ingénieur de la maison Siemens et Halske.

La puissance transportable serait de 1500 chevaux.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société pour Entreprises électriques. — Nous avons donné dernièrement quelques renseignements sur cette importante entreprise; ajoutons aujourd'hui que les banques intéressées à l'émission du nouveau capital sont la Dresdner Bank, la Disconto Gesellschaft et Bleichrœder, c'est-à-dire la Haute Banque allemande.

Comme il est d'usage en Allemagne, en matière d'électricité financière, le prix de souscription des actions est quelque peu au-dessus du pair, et les nouveaux titres sont offerts au public au prix de 156 pour 100.

Voici, d'autre part, des renseignements complémentaires sur la situation de la Société, par le bilan ci-dessous arrêté au 31 décembre dernier et sur celle des entreprises dans lesquelles la Société a pris des participations.

BILAN

Actif.

Encaisse	3 795,00 fr.
Débiteurs	8 400 000,00
Portefeuille composé de titres de participation	24 000 000,00
Total	32 405 795,00 fr.

Passif.

Capital	23 000 000,00 fr.
Créditeurs	7 593 795,00
Solde de Profits et pertes	1 812 000,00
Total	32 405 795,00 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Dépenses.

Frais généraux	80 000,00 fr.
Amortissement	3 900,00
Solde bénéficiaire	1 812 000,00
Total	1 895 900,00 fr.

Recettes.

Bénéfices de toute nature	1 895 900,00 fr.
Total	1 895 900,00 fr.

Le compte *portefeuille*, qui figure au bilan, est l'estimation de la valeur des titres des Sociétés suivantes d'entreprises électriques dont la situation ressort des chiffres du tableau ci-dessous :

	Capital social.	Montant de la participation.	Dernier dividende en pour 100.
Tramways de Erfurt	1 200 000	1 155 000	5
— Francfort	455 000	450 000	4,5
— Posen	inconnu	625 000	1,25
— Leipzig	7 500 000	625 000	inconnu
— Barmen-Elberfeld	inconnu	625 000	4,75
Société des câbles de Duisburg (lib. de 1/4)		275 000	
Société Union	3 750 000	2 500 000	8
Valeurs diverses		*solde du compte*	

Comme les lecteurs de cette chronique ont pu le constater déjà à maintes reprises, il est rare qu'une Société allemande d'électricité n'ait pas un intérêt direct dans diverses entreprises : les constructeurs de matériel électrique prennent des participations dans la constitution d'affaires utilisant leur matériel.

En France, quelques maisons commencent à suivre cet exemple.

INFORMATIONS

Usines électriques de Salzbourg. — Cette Société exploite actuellement la distribution de l'énergie électrique dans Salzbourg, le chemin de fer électrique du Mönchsberg et un hôtel établi sur cette montagne; elle voudrait créer et exploiter une deuxième station centrale et fait appel aux capitaux viennois.

Elle avait déjà cherché, sans succès, à faire souscrire à 102 pour 100, 2000 actions de 200 fr chacune; elle renouvelle actuellement cette tentative, et sans plus de succès que la première fois, d'après les journaux de Berlin.

Les seuls renseignements que l'on possède sur son fonctionnement sont que, le dividende pour 1891 a été de 7,5 pour 100, celui de 1892 de 7 pour 100 et celui de 1893 de 6 pour 100. Nous n'avons aucune indication sur le dividende de 1894.

Société des nouvelles usines d'électricité et d'accumulateurs de Berlin. — Il paraît que les résultats merveilleux que l'on attendait, lors de la création de l'affaire, se font quelque peu attendre, et que le dividende minimum de 10 pour 100 promis aux actionnaires de la première heure ne sera pas encore distribué cette année.

L'une des banques émettrices, la Sächsische Bankgesellschaft, a l'intention de mettre un peu d'ordre dans l'affaire et elle convoque les actionnaires en assemblée générale extraordinaire en vue de prendre des *mesures d'assainissement*.

On explique que la fabrication de l'accumulateur Schäfer Heinemann, dont on attendait de si brillants résultats, n'a pu encore être faite sur une grande échelle et qu'en conséquence il n'y a pas lieu de distribuer un dividende.

On sait que la *Société Hagen* a intenté un procès en contrefaçon.

Le brevet austro-hongrois pour l'accumulateur Schäfer Heinemann a été concédé à la *Société internationale d'électricité et d'accumulateurs*.

Société anonyme d'Électricité de Nuremberg (Schuckert). — L'augmentation du capital social que nous avions annoncée sera assurée pour les soins d'un syndicat qui certainement dégagera de l'opération cette opinion que pour *éclairer*, rien ne peut être comparé à l'électricité.

Le taux d'émission des 6000 actions nouvelles de 1250 fr chacune permettra au syndicat d'encaisser le joli bénéfice de 1 050 000 fr.

La traction électrique à Lyon. — A la dernière séance du Conseil municipal, le maire de Lyon a déposé sur le bureau un rapport consacré à la substitution de la traction électrique à la traction animale sur le réseau de la *Compagnie des omnibus et des tramways de Lyon*.

Voici la conclusion de ce rapport :

Article premier. — *a.* Substitution de la traction électrique à la traction animale sur tout le réseau rétrocédé par la Ville à la Compagnie.

b. Augmentation du capital social de cette Compagnie et émission d'obligations pour faire face aux dépenses de cette transformation.

c. Prolongement de la durée de la concession pendant dix-sept années et quarante-trois jours, dont deux années pour l'établissement des nouvelles installations, de telle sorte que la fin de la concession sera reportée du 17 mai 1921 au 30 juin 1938.

Art. 2. — Un délai de deux années, à partir du décret approbatif, est accordé à la Compagnie pour opérer cette transformation.

Art. 3. — Le système électrique employé sera celui par conducteur aérien dit « trolley » pour tout le réseau, sauf l'exception suivante :

Sur la ligne Perrache-Brotteaux, depuis la rue de la Barre jusqu'à l'aiguillage de la place Tolozan, dans la rue et place de la République, la place de la Comédie, la rue Puits-Gaillot, et sur la ligne place du Pont-gare de Vaise, depuis la place des Cordeliers au niveau de la rue de la Bourse, dans la rue de la République, la rue Bât-d'Argent, la rue de l'Hôtel-de-Ville, la rue Lafont et la place des Terreaux, jusqu'à l'entrée des rues d'Algérie et Constantine, — le système adopté sera celui du fil souterrain à grand caniveau.

Art. 4. — La Compagnie prolongera : 1° la ligne d'Oullins, de la place de la Charité au pont de la Guillotière; 2° dédoublera la ligne de Monplaisir sur le cours Gambetta prolongé jusqu'à la montée des Sables; 3° le point terminus de la ligne de Monplaisir sera reporté à l'avenue de l'Archevêché.

Art. 5. — Le type des voitures mises en circulation sera approuvé par l'administration municipale. Elles seront à rez-de-chaussée, sans étages supérieurs, sur les lignes Perrache-Brotteaux et Vaise-Guillotière. Sur les autres lignes, les voitures pourront avoir un étage supérieur, mais à la condition expresse qu'elles soient couvertes et fermées pendant la saison d'hiver, de façon à mettre les voyageurs à l'abri des intempéries.

Les voitures ne contiennent qu'une classe unique; toutefois, la Compagnie pourra mettre en circulation, sur chaque ligne, des voitures comportant des places de 1re et de 2e classes, sous la condition que ces voitures n'excéderont pas un tiers du nombre total.

Un arrêté municipal déterminera certaines prescriptions relatives au fonctionnement et à la circulation des voitures, aux mesures de sécurité et aux arrêts, qui ne pourront avoir lieu qu'en des points déterminés.

Une Commission spéciale de six membres, nommée par l'administration municipale et comprenant deux délégués de la Compagnie, sera chargée d'établir le type définitif de la forme et de l'ornementation des poteaux destinés à supporter les fils aériens.

Art. 6. — La Compagnie des tramways sera responsable des dégâts qui pourraient être occasionnés aux conduites souterraines par le fait de l'action électrique.

Art. 7. — Le tarif sera uniformément de 10 centimes pour tout le trajet sur une ligne de ville jusqu'à l'extrémité de la commune, à l'exception des trains ouvriers et de théâtre. Pour les places de 1re classe, il sera de 20 centimes.

Pour la partie suburbaine du réseau, le tarif n'est pas modifié.

Art. 8. — Sur toutes les lignes, pendant la première heure qui suivra la prise du service, il sera délivré des tickets de 2e classe à prix réduits, de 0,15 et 0,30 fr, donnant droit à un ou deux trajets aller et retour, valables pendant toute la journée, mais devant être employé de suite pour le premier trajet.

Art. 9. — A la sortie des théâtres, il sera organisé un service spécial, allant dans les directions arrêtées d'un commun accord entre la Ville et la Compagnie, au prix uniforme de 0,20 fr en 2e classe et 0,40 fr en 1re classe, dans l'intérieur de la commune de Lyon.

En dehors de la commune, les prix sont fixés au double de ceux du cahier des charges pour le service de jour.

Art. 10. — La correspondance pour une ligne du réseau est gratuite, et un arrêté spécial déterminera les conditions dans lesquelles sera délivrée cette correspondance, qui sera strictement personnelle et devra être employée de suite.

Art. 11. — La redevance à payer annuellement par la Compagnie est ainsi fixée :

1° Une somme fixe de 80 800 fr;

2° Au delà du chiffre de 3 410 000 fr de recettes brutes, il sera perçu une redevance de 10 pour 100 sur le montant des recettes brutes dépassant cette somme.

Art. 12. — La Ville prend acte des propositions faites par la Compagnie en faveur de son personnel.

Ces propositions consistent dans l'assurance de tout le personnel contre les accidents; la création d'une caisse de secours mutuels et de versements à la caisse de retraites pour la vieillesse, en vue d'assurer une pension aux agents âgés ou infirmes.

L'engagement de la Compagnie sera annexé à la présente convention.

Art. 13. — La présente convention ne sera définitive qu'après approbation de l'autorité supérieure.

Art. 14. — La redevance nouvelle à payer par la Compagnie, ainsi que les modifications de tarifs et autres, ne seront appliquées qu'à partir du jour où le nouveau système fonctionnera sur l'ensemble du réseau, et au plus tard deux ans après le décret approbatif de la présente convention.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

32706. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus à Paris.

5e Année. — N° 101. 10 Mars 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. E. HOSPITALIER. 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

SUPPLÉMENT

Statistique des chemins de fer et tramways électriques en exploitation, en construction ou en projet en Europe, au 1er janvier 1896.

QUATRIÈME ÉDITION

INFORMATIONS

Notre numéro. — La composition de ce numéro, par suite d'un singulier concours de circonstances, diffère, par le manque de variété, de tous ceux qui l'ont précédé, bien qu'il renferme 32 pages au lieu de 24. D'une part, la quatrième édition de notre *Statistique des chemins de fer et tramways électriques*, en exploitation, en construction ou en projet, statistique dont l'importance n'échappera pas à nos lecteurs, occupe à elle seule 16 pages; d'autre part, les communications faites à l'Académie des sciences sur les rayons X, communications qu'il nous faut au moins résumer, se succèdent avec une abondance désespérante. Nos lecteurs voudront donc bien excuser le caractère un peu monotone de ce numéro. Il nous a paru utile de *liquider* toute l'Académie en une seule fois.

Le prochain numéro reprendra son allure normale et présentera sa variété habituelle.

Les stations centrales d'énergie électrique en Allemagne. — Voici, d'après notre excellent confrère *Elektrotechnische Zeitschrift*, l'état des stations centrales de distribution d'énergie électrique en Allemagne au 1er octobre 1895.

En voici la répartition au point de vue de la nature des systèmes employés.

Systèmes.	Nombre de stations.	Puissance en kilowatts des dynamos.	des accumulateurs.	totale.
Courants continus avec accumulateurs	106	18 165	5420	25 585
Courants continus sans accumulateurs	57	11 581	»	11 581
Courants alternatifs	16	4 596	»	4 596
Courants polyphasés	12	4 468	»	4 468
Courants polyphasés et accumulateurs	4	1 746	566	2 312
Courants alternatifs et accumulateurs	1	99	116	215
Courants alternatifs et continus	1	16	»	16
Systèmes non désignés	7	»	»	»
Totaux	180	40 471	6102	46 537

Au point de vue de la nature de la force motrice :

	Nombre de stations.	Puissance totale de machines en kilowatts.
Vapeur	99	33 222
Eau	41	4 224
Gaz	5	265
Air comprimé	1	14
Moteurs électriques	3	126
Eau et vapeur	19	2 280
Eau et gaz	1	30
Vapeur et gaz	3	310
Non désignés	7	»
Totaux	179	40 471

Sur ces 179 stations, il y en a 104 au-dessous de 100 kilowatts; 48 de 101 à 500 kilowatts; 12 de 501 à 1000; 4 de 1001 à 2000 et 4 dont la puissance dépasse 2000 kilowatts.

Ces 179 stations alimentent 603 000 lampes à incandescence de 50 watts, 15 400 lampes à incandescence de 10 ampères et un grand nombre de moteurs électriques dont la puissance globale est de 10 250 chevaux.

Les quatre grandes stations de Berlin ont une puissance totale de 8800 kilowatts, alimentant la valeur de 144 000 lampes à incandescence de 50 watts, 5400 lampes à arc de 10 ampères et un grand nombre de moteurs dont la puissance globale atteint 2700 chevaux.

Les stations en construction ou en projets définitivement arrêtés sont au nombre de 82.

Nous livrons ces quelques chiffres sans commentaires aux méditations des gaziers endurcis, d'une part, et des électriciens français, d'autre part. Ils inspireront aux uns et aux autres d'utiles et sages réflexions.

Situation au 31 décembre 1895 des stations centrales d'énergie en Angleterre. — Les comptes de quelques Sociétés de distribution d'énergie en Angleterre sont arrêtés et nous en extrayons les renseignements suivants :

SAINT-JAMES AND PALL MALL ELECTRIC LIGHT C°

Capital	6 250 000		fr.
Production en kw-h en 1895	1 846 064		
Nombre de lampes des-ervies . . . plus de	75 200		lampes.
Produit de la vente de l'énergie	1 039 575		fr.
— location des compteurs	26 900		—
Bénéfice net	364 500		—
Prix moyen de vente du kw-h		0,53	—

Prix de revient du kw-h.

Charbon	0,059 fr.	
Huile, eau, chiffons	0,009	
Appointements du personnel de l'usine	0,059	
Réparations et entretien du matériel	0,040	
		0,167 fr.
Impôts et patentes	0,027	
Frais généraux et d'administration	0,084	
		0,111
Soit au total		0,278 fr.

WESTMINSTER ELECTRIC SUPPLY C°

Capital engagé	11 096 075		fr.
Production en kw-h en 1895	2 830 396		
Nombre de lampes desservies	216 822		lampes.
Produit de la vente de l'énergie	1 638 875		fr.
— location des compteurs	76 000		—
Bénéfices nets	724 050		—
Prix moyen de vente du kw-h		0,55	—

Prix de revient du kw-h.

Charbon	0,057 fr.	
Huile, eau, chiffons	0,011	
Appointements du personnel de l'usine	0,057	
Réparations et entretien du matériel	0,021	
		0,146 fr.
Impôts et patentes	0,026	
Frais généraux et d'administration	0,068	
		0,094
Prix de revient total		0,240 fr.

Câbles franco-américains. — Dans sa séance du 5 mars 1896, la Chambre des députés a approuvé :

1° La convention conclue le 2 juillet 1895 entre le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et télégraphes et la Compagnie française des câbles télégraphiques, pour l'établissement, l'entretien et l'exploitation, pendant trente ans, de câbles télégraphiques sous-marins entre la France, l'Amérique du Nord et les Antilles ;

2° L'avenant, signé les 19 et 20 décembre 1895, à cette convention du 2 juillet 1895, et annexé à la présente loi.

— Le Conseil d'Administration de la Société des anciens établissements Cail a pris récemment la décision d'effectuer le transfert dans ses usines du Nord (Denain et Douai) du matériel de ses ateliers de Paris. Ce transfert s'effectuera progressivement, de manière à éviter toute perturbation dans la fabrication et à assurer l'exécution en temps utile de toutes les commandes; il ne modifiera d'ailleurs en rien la nature des opérations de la Société.

Le Siège social, la Direction générale et le Service commercial resteront à Paris; les bureaux seront reportés dans un quartier au centre des affaires.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Laffrey (Isère). — *Inauguration de l'éclairage.* — Elle a eu lieu dernièrement l'inauguration de l'éclairage électrique dans la pittoresque commune de Laffrey, et depuis lors les rues et les maisons de cette localité pourvues, pour la plupart de lampes à incandescence, présentent un aspect inaccoutumé. L'usine électrique qui utilise une chute d'eau est parfaitement aménagée et fonctionne avec une régularité très satisfaisante.

Le nombre des abonnés augmentant sans cesse, prouve combien est apprécié cet éclairage aussi simple qu'économique, tout fait donc espérer que d'ici peu la commune entière n'emploiera plus que l'éclairage électrique.

Montignac (Dordogne). — *Éclairage.* — Nous apprenons que la station centrale de cette ville, actuellement en construction, fonctionnera d'ici peu; elle fournira l'énergie électrique nécessaire à l'éclairage de la ville et des particuliers.

La puissance motrice sera fournie par une turbine de 120 chevaux sortant de la maison Bonnet de Toulouse, elle actionnera deux dynamos Siemens (type Belfort de 18 kw). La distribution est faite à l'aide de conducteurs aériens, elle est à 3 fils. La concession de cet éclairage a été accordée à M. Chaux, entrepreneur de travaux publics, et le prix du kilowatt-heure a été fixé à 0,80 fr.

ÉTRANGER

Torrelavega (Espagne). — *Inauguration de l'éclairage.* — On vient d'inaugurer les installations d'éclairage électrique public et particulier à Torrelavega, près Santander (Espagne) ; il y a déjà 80 lampes de 10 bougies installées pour l'éclairage public et une centaine chez les particuliers. La station contient deux chaudières Babcock et Wilcox alimentant deux moteurs compound Robey de 60 chevaux chacun à 120 tours par minute; ces moteurs actionnent deux dynamos Oerlikon de 250 ampères sous 125 volts.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 10 février 1896.

Influence de la nature chimique des corps sur leur transparence aux rayons de Röntgen. — Note de M. Maurice Meslans, présentée par M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — La transparence ou l'opacité des corps aux rayons X n'est pas absolue ; on a démontré déjà l'influence de l'épaisseur; on a recherché le rôle de la densité. L'espèce chimique m'a paru présenter une influence très considérable.

J'ai comparé entre eux divers métalloïdes, ainsi que leurs dérivés acides et les sels métalliques et organiques qu'ils peuvent fournir. Mes essais ont surtout porté sur les corps organiques et sur l'élément essentiel de ceux-ci, le carbone.

J'ai pu constater, dès à présent, l'extrême transparence, non seulement du carbone sous ses divers états, comparé à celles des autres métalloïdes, mais aussi le peu d'opacité des composés organiques, lorsque ceux-ci ne renferment avec le carbone que les éléments gazeux, hydrogène, oxygène et azote. Toutefois cette transparence est loin d'être uniforme et présente des degrés très divers qui paraissent liés à la fonction chimique de ces corps.

Le diamant, le graphite, l'anthracite, le charbon de sucre donnent une image faible, d'une tonalité semblable à celle du bois ou de la paraffine sous une égale épaisseur, alors que le soufre, le sélénium, le phosphore, l'iode offrent des images très vigoureuses qui dénotent une grande opacité.

Les matières organiques, éthers, acides, corps azotés se laissent aisément traverser par les rayons X et donnent une image à peine visible. Mais l'introduction dans la molécule organique d'un élément minéral, tel que l'iode, le chlore, le fluor, le soufre, le phosphore, etc., donne à celle-ci une très grande opacité. Les sulfates d'alcaloïdes sont dans ce cas. De même, l'iodoforme est très opaque, alors que les alcaloïdes, l'acide picrique, la fuchsine, l'urée sont très transparents. Le fluorure de phtalyle est beaucoup plus opaque que l'acide phtalique, bien que ces deux corps aient un poids moléculaire très voisin. Les sels métalliques jouissent d'une grande opacité, mais qui varie avec le métal et avec l'acide.

Application de la méthode de M. Röntgen. — Note de M. Albert Londe, présentée par M. d'Arsonval. — J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une photographie obtenue à l' [illegible] la méthode de M. Röntgen. Cette épreuve re [illegible] d'un faisan tué à la chasse : la fracture de l'os est parfaitement visible; on distingue un fragment d'os détaché, et enfin un plomb qui était resté dans la chair.

Je désire signaler également la parfaite transparence pour les rayons X de l'image photographique, telle qu'elle est obtenue habituellement dans les négatifs et les épreuves positives. Les grands noirs qui, dans les procédés employés couramment, ne se laissent traverser par la lumière que d'une façon rudimentaire, paraissent aussi transparents pour les rayons X que les grands blancs. Pour vérifier ce fait, nous avons opéré sur des pellicules de celluloïd, ce dernier corps n'arrêtant pas les rayons X comme le verre.

Nous avons exposé, d'autre part, des plaques de sensibilités différentes, et ceci pendant un même temps et à la même distance. Nous avons constaté que l'impression était beaucoup plus énergique sur les plaques rapides, et que la vigueur de l'image était directement en rapport avec la sensibilité de la préparation. Les plaques photographiques se comportent donc vis-à-vis des rayons X exactement comme vis-à-vis de la lumière, et pour répéter ces expériences il parait avantageux d'employer les plaques extra-rapides.

Augmentation du rendement photographique des rayons Röntgen par le sulfure de zinc phosphorescent. — Note de M. Charles Genry, présentée par M. Poincaré. — Cette communication présente un caractère trop exclusivement photographique pour pouvoir être résumée ici. Nous renvoyons le lecteur aux Comptes-Rendus.

Épreuves photographiques obtenues au moyen des rayons X. — Note de M. Ch.-V. Zenger. (*Extrait.*) — ... L'interposition d'une planche de bois, de plusieurs millimètres d'épaisseur, prolonge le temps de pose; elle nuit à la netteté des images, par la pénombre qui se forme; les défauts d'homogénéité du bois produisent des stries dans les silhouettes, tandis que l'emploi des épreuves pour le diagnostic chirurgical exigerait une grande précision dans les détails.... J'ai supprimé la planche de bois, et j'ai placé directement la main sur la plaque au gélatinobromure, en n'interposant qu'un papier noir, très homogène. L'image est aussi nette que possible et l'on peut réduire le temps de pose à moins d'une heure.

Je suis convaincu que le meilleur moyen d'obtenir la plus grande netteté possible est de mettre la plaque sensible en contact direct avec l'objet, et de faire usage de fortes tensions, pour pouvoir placer le tube de Crookes aussi loin que possible, sans trop augmenter le temps de pose[1].

Sur une action mécanique émanant des tubes de Crookes, analogue à l'action photogénique décou-

[1] J'emploie un grand modèle de la bobine de Ruhmkorff, de 100000 m de fil induit très fin, construit en 1865 pour moi, par Ruhmkorff lui-même; la longueur des étincelles est de 45 cm. Le tube de Crookes est placé à 60 cm de la plaque.

verte par Röntgen. — Note de MM. Gossart et Chevalier. — Dans cette Note de deux pages, les auteurs établissent des relations plutôt vagues entre les tubes de Crookes et le radiomètre du même auteur. Il semble résulter des expériences que les radiations du tube créent une action mécanique et un champ de force opposée à celle de la chaleur? Travail incomplet et dont l'intérêt nous échappe, mais on nous promet une suite. Attendons.

Séance du 17 février 1896.

Préparation et propriétés du carbure de cérium. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — Nos recherches sur les carbures alcalino-terreux nous ont conduit à étudier les combinaisons du carbone avec les métaux de la cérite. Nous devons rappeler que M. Otto Petterson, dans un Mémoire ayant pour titre : *Contributions à la Chimie des éléments des terres rares* (¹), a préparé, en appliquant notre méthode du four électrique, les carbures de lanthane, yttrium, erbium et holmium. M. Petterson n'a donné à ce sujet aucune analyse des carbures d'hydrogène produits en présence de l'eau. C'est, au contraire, sur ce point que nos expériences ont été particulièrement dirigées.

Préparation du carbure de cérium. — Le bioxyde de cérium pur CeO^2, de couleur blanche, est intimement mélangé avec du charbon de sucre dans les proportions suivantes :

Charbon de sucre	48
Bioxyde de cérium	192

Elles correspondent à l'équation

$$CeO^2 + 4C = C^2Ce + 2CO.$$

La réduction se fait au four électrique à une température relativement basse. L'oxyde fond tout d'abord ; il se produit ensuite un bouillonnement dû au dégagement d'oxyde de carbone. On arrête la chauffe, lorsque la matière est en fusion tranquille. Cette préparation s'effectue dans un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités. Avec un courant de 300 ampères et 60 volts, la réduction complète de 1000 gr d'oxyde de cérium exige huit à dix minutes. Elle se produit en trois minutes avec 600 gr de matière lorsque l'on dispose d'un courant de 900 ampères et 50 volts.

Nous avons eu l'occasion, dans ces recherches, de préparer plus de 4 kg de carbure de cérium.

La réaction la plus caractéristique du carbure de cérium est celle qu'il fournit au contact de l'eau. En laissant tomber quelques gouttes d'eau sur un fragment de carbure, la température est assez élevée pour qu'il y ait vaporisation du liquide. En présence d'un excès d'eau, la réaction, violente au début, ne tarde pas à se calmer et ne se termine qu'après dix à douze heures.

(¹) Petterson, *Supplément des Comptes rendus de l'Académie royale suédoise*; t. II, 2ᵉ série, nº 1; 1895.

Le carbure de cérium produit, par sa décomposition, un hydrate de cérium blanc qui, au contact de l'air, prend une coloration lie de vin.

Les gaz qui se dégagent sont formés surtout d'acétylène et de méthane. Ils nous ont donné, à l'analyse, les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.	5.
Acétylène	75,00	75,50	76,69	76,42	75,61
Éthylène	3,52	4,23	»	»	»
Méthane	21,48	20,27	»	»	»

Ces chiffres ont été obtenus avec des carbures bien exempts de calcium, et traités par un excès d'eau à la température ordinaire.

Lorsque l'on décompose le carbure de cérium par de l'eau glacée, la proportion des différents carbures gazeux varie d'une façon bien nette. Elle ressort des chiffres suivants :

	1.	2.	3.
Acétylène	78,47	79,7	80,0
Éthylène	2,63	»	»
Méthane	18,90	»	»

Si l'on décompose le carbure de cérium, non plus par l'eau, mais par des acides étendus, la proportion de l'acétylène va encore varier. Un carbure de cérium qui, en présence d'un excès d'eau pure à la température ordinaire, donne un mélange gazeux renfermant 71 pour 100 d'acétylène, n'en donnera plus que 65,8 pour 100 en présence d'acide chlorhydrique étendu, et 83 pour 100 au contact d'acide azotique.

Bien plus, si l'on examine le résidu de la décomposition par l'eau du carbure de cérium, si l'on épuise ce liquide par l'éther, on retrouve sous forme de carbure 3 à 4 pour 100 du carbone combiné. On obtient ainsi un mélange de carbures liquides saturés et non saturés.

La décomposition du carbure de cérium par l'eau est donc aussi complexe que celle du carbure d'uranium dont nous avons parlé précédemment, mais elle s'effectue sans dégagement d'hydrogène. Elle est due aux réactions secondaires qui se produiront différemment suivant le milieu et la température.

Conclusions. — En résumé, le cérium fournit au four électrique, en présence du charbon, un carbure cristallisé de formule C^2Ce analogue au carbure de calcium et décomposable par l'eau à froid en produisant un mélange gazeux d'acétylène, d'éthylène, de méthane et des carbures liquides et solides plus condensés.

Sur le carbure de lithium. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — *Préparation.* — Pour obtenir le carbure de lithium, on chauffe, dans notre four électrique, un mélange de charbon et de carbonate de lithine, dans les proportions indiquées par la formule

$$CO^3Li^2 + 4C = C^2Li + 3CO.$$

Au début de l'expérience, il ne se dégage que très peu de vapeurs métalliques, puis la réaction devient tumultueuse, pour s'arrêter ensuite à peu près complètement.

Si l'on termine la préparation, au moment où com-

mence à se produire le dégagement abondant de vapeurs métalliques, on trouve au fond du tube une matière blanche, à cassure cristalline, qui est un carbure de lithium.

Si, au contraire, on continue à chauffer jusqu'à ce que toute réaction ait cessé, on rencontre dans la partie supérieure du tube des gouttelettes fondues de carbure, et la partie fortement chauffée ne renferme plus que du graphite. Le carbure de lithium semble donc être volatil ou décomposable en ses éléments par une température plus élevée. La durée de l'expérience présente donc une grande importance au point de vue du rendement en carbure.

Avec un courant de 350 ampères et 50 volts, il faut chauffer dix à douze minutes. Au contraire, avec un courant de 950 ampères et 50 volts, les vapeurs métalliques apparaissent avec abondance dès la quatrième minute, et il faut arrêter de suite l'opération pour retrouver le carbure fondu dans la partie la plus chauffée du tube.

On peut aussi obtenir le carbure de lithium mélangé d'une petite quantité de charbon en chauffant le lithium dans un courant d'acétylène.

Le carbure de lithium décompose l'eau à froid, en produisant du gaz acétylène pur. Cette réaction, rapide à la température ordinaire, devient violente vers 100°. Elle est en tout point comparable à celle des carbures de calcium, de baryum et de strontium cristallisés.

1 kg de carbure de lithium fournit, par sa décomposition en présence de l'eau, 587 litres de gaz acétylène.

Sur l'abaissement des potentiels explosifs statiques et dynamiques par les radiations X. — Note de M. R. Swyngedauw, présentée par M. Lippmann. (*Extrait.*) — L'analogie de certaines propriétés des radiations ultra-violettes et des radiations de M. Röntgen m'a conduit à essayer l'action de ces dernières sur les potentiels explosifs. L'expérience a montré que *les radiations X abaissent les potentiels explosifs suivant les mêmes lois générales que les radiations ultra-violettes électriquement actives* (1).

L'abaissement des potentiels explosifs statiques se mesure directement à l'électromètre de MM. Bichat et Blondlot, en notant le potentiel explosif de l'excitateur éclairé ou non par les radiations. (Suit le détail des expériences.)

De ces expériences nous tirerons les conclusions suivantes :

I. En mesurant l'abaissement des potentiels explosifs dynamiques par la méthode de deux excitateurs dérivés, on peut déceler avec beaucoup de netteté les radiations X (2).

II. *Les radiations de M. Röntgen abaissent les potentiels explosifs dynamiques dans des proportions beaucoup plus grandes que les potentiels statiques* (1).

(1) MM. Benoist et Hurmuzescu ont déjà montré (*Comptes rendus* du 3 février 1896) que les rayons X déchargent les corps électrisés; cette dernière propriété et l'abaissement des potentiels explosifs semblent corrélatifs.

(2) Les bobines devant être traversées par des décharges à potentiels très élevés nécessitent une construction spéciale; on peut leur substituer une colonne d'un liquide électrolytique, une solution de SO^4Cu par exemple.

(1) Institut de physique de la Faculté des sciences de Lille.

Phénomènes électriques produits par les rayons de Röntgen. — Note de M. A. Righi, présentée par M. Mascart. — Dans le *Compte rendu* de la séance du 3 février, je trouve une Communication de MM. Benoist et Hurmuzescu, sur la dispersion des charges électriques obtenue par les rayons de Röntgen. Comme j'ai fait, en même temps que ces physiciens, des recherches semblables, que j'ai communiquées à l'Académie des sciences de Bologne dans sa dernière séance, et que mes résultats ne sont pas tout à faits identiques, je demande la permission d'en donner ici un résumé.

J'ai employé un électromètre de Mascart comme appareil de mesure. Il est en communication avec les corps sur lesquels on fait arriver les rayons X, qui proviennent d'un tube de Crookes, renfermé, avec les appareils fournissant les décharges, dans une grande caisse métallique en communication avec le sol. La partie de la caisse qui est voisine du tube est formée par une épaisse lame de plomb, ayant au milieu une fenêtre ronde, de 10 cm de diamètre, recouverte par une lame mince d'aluminium, d'où partent les rayons.

J'ai reconnu qu'un disque métallique communiquant avec l'électromètre perd rapidement sa charge, qu'elle soit positive ou négative. La durée d'action nécessaire pour que le potentiel descende de 7 volts à 3,5, a été sensiblement la même pour un potentiel positif et pour un potentiel négatif.

Avec une charge initiale positive, la décharge n'est pas complète; avec une négative, non seulement le corps se décharge, mais il se forme une charge positive.

Si je fais tomber les rayons de Röntgen sur un de mes couples photo-électriques, qui sont formés par une toile métallique en communication avec le sol, parallèle et très voisine d'un disque métallique en communication avec l'électromètre, j'obtiens une déviation positive ou négative suivant la nature des métaux du couple, comme avec les rayons ultra-violets.

Enfin, un disque à l'état naturel se charge positivement lorsqu'on l'expose à la nouvelle radiation (ce qui a lieu aussi, comme je l'ai démontré autrefois, en employant les rayons ultra-violets). Avec ce même disque, le potentiel positif final est le même, quelle que soit la valeur initiale, positive, négative ou nulle, du potentiel du disque. Ce potentiel final a été plus élevé pour le cuivre que pour le zinc, et encore plus élevé pour le charbon de cornue.

Je trouve, en outre, qu'une lame de verre ayant presque 1 cm d'épaisseur, placée sur le chemin des rayons X, ne détruit pas leur action, mais seulement l'affaiblit. De même, l'interposition d'une lame épaisse d'aluminium, d'une planche épaisse de sapin, ou même de la main placée de manière à masquer complètement la fenêtre, ne fait qu'affaiblir plus ou moins l'action des rayons.

Je m'attendais à ce que des résultats semblables à ceux que j'ai décrits, seraient obtenus, en même temps que par moi, par d'autres physiciens, vu que de toutes parts on s'occupe actuellement des nouveaux rayons; je suis heureux de constater l'accord qui existe, au moins sur les points fondamentaux, entre mes résultats et ceux qui m'ont fourni l'occasion de cette Communication.

Action des rayons de M. Röntgen sur les charges électrostatiques et la distance explosive. — Note de MM. J.-J. Borgman et A.-L. Gerchun, présentée par M. Lippmann.

Saint-Pétersbourg, laboratoire de Physique de l'Université, le 11 février 1896.

M. J.-J. Thomson a communiqué aux lecteurs de l'*Electrician* (n° 925, le 7 février 1896) une observation concernant les rayons de M. Röntgen sur les charges électrostatiques. D'après ce savant, des charges positives et négatives sont également dissipées par l'action des rayons. Nos expériences n'ont pas complètement confirmé ce fait.

Un disque de zinc, réuni à un électroscope d'une sensibilité moyenne, et chargé positivement, perdait sa charge presque instantanément sous l'action des rayons de M. Röntgen émanant d'un tube de Crookes assez rapproché. Pour des distances plus grandes (1 m), la dissipation de la charge continuait toujours, mais plus lente. Après la déperdition de la charge positive, les feuilles de l'électroscope divergeaient de nouveau et annonçaient une charge négative, qui allait en croissant jusqu'à un certain degré. Si l'on communiquait au disque une charge négative, l'électroscope démontrait une déperdition beaucoup plus lente, qui s'arrêtait à un certain degré. La déperdition était, en somme, plus petite pour des distances faibles et devenait assez grande si l'on éloignait le disque du tube. Quand la divergence stationnaire de l'électroscope était atteinte, l'angle de divergence oscillait continuellement, devenant tantôt plus grand, tantôt plus petit, suivant la marche irrégulière de l'interrupteur. Une feuille d'aluminium (1 mm d'épaisseur), communiquant au sol, affaiblissait l'action des rayons sans changer en rien son caractère. Ces expériences semblent démontrer que les rayons émanant d'un tube de Crookes peuvent communiquer aux conducteurs une charge négative.

Dans une autre expérience, les rayons tombaient sur deux petites boules en platine, communiquant à un petit appareil Ruhmkorff. La distance des boules était trop grande pour qu'une étincelle pût passer; pourtant les rayons de M. Röntgen tombant sur l'excitateur provoquaient immédiatement un jet assez vif d'étincelles. Une mince feuille d'aluminium communiquant au sol, ou des plaques d'ébonite placées sur le chemin des rayons, ne changeaient pas sensiblement l'action. Cette expérience semble démontrer que les rayons de Röntgen, comme les rayons ultra-violets, peuvent augmenter la distance explosive d'une décharge statique.

Nouvelles recherches sur les rayons X. — Note de MM. L. Benoist et D. Hurmuzescu, présentée par M. Lippmann. (*Extrait.*) — Dans notre Communication du 1er février dernier, nous avons montré que les rayons X ont la propriété de décharger à distance les corps électrisés malgré la protection d'un cylindre de Faraday, et nous avons fondé sur cette propriété une méthode nouvelle d'investigation, comportant des mesures simples et rapides. Cette méthode nous a permis d'aborder immédiatement l'étude des lois de transmission et de production de ces rayons.

Nous avons vérifié d'abord qu'ils se propagent bien dans l'air en suivant très sensiblement la loi du carré des distances, ce qui démontre la transparence de l'air pour ces rayons.

Une deuxième propriété fondamentale que nous avons pu mettre en évidence par des preuves diverses et concordantes, c'est l'*hétérogénéité* des rayons X :

1° Dès nos premières mesures du coefficient de transmission (1) de l'aluminium, rapporté à l'épaisseur de 0,1 mm et pour des plaques de ce même ordre d'épaisseur, nous avons trouvé des nombres toujours inférieurs à 0,9 et généralement voisins de 0,85.

Or, une telle valeur serait absolument incompatible avec la transparence très sensible que le professeur Röntgen a observée sur une plaque d'aluminium de 15 mm d'épaisseur, si ce coefficient de transmission devait être indépendant du tube de Crookes employé, et s'il ne devait pas augmenter avec l'épaisseur traversée, c'est-à-dire si les rayons X n'éprouvaient pas de la part de l'aluminium une absorption sélective, témoignage de leur hétérogénéité. En effet, on peut calculer que, si la valeur 0,85 était constante, la transparence totale d'une lame de 15 mm serait représentée par 25×10^{-12}, c'est-à-dire, absolument nulle pratiquement.

1° Nous étions donc conduits à employer des épaisseurs croissantes, et à déterminer les valeurs moyennes correspondantes du coefficient de transmission précédemment défini.

Nous avons vu ce coefficient prendre, en effet, des valeurs nettement croissantes avec l'épaisseur traversée pour un même tube.

3° Ayant enfin employé des tubes de Crookes différents, dans des conditions de réglage identiques, nous avons trouvé des coefficients de transmission différents, bien que les plaques employées fussent de même épaisseur :

Avec un tube.	$\alpha = 0,85$
Avec un autre.	$\alpha = 0,78$

En résumé, la production des rayons X par un tube de Crookes est un phénomène analogue à celui de la production des rayons calorifiques et lumineux par des sources à température plus ou moins élevée (2).

Recherches photographiques sur les rayons de Röntgen. — Note de MM. Auguste et Louis Lumière, pré-

(1) C'est-à-dire de la fraction α transmise par une plaque de 0,1 mm d'épaisseur, sans préjuger la constance de α.

(2) Laboratoire des recherches physiques à la Sorbonne.

sentée par M. Lippmann. (*Extrait.*) — Si la méthode photographique vient d'avoir, avec les expériences de M. Röntgen, un nouveau succès, il est à présumer qu'elle pourra rendre, pour l'étude des rayons X, de plus grands services encore, lorsque les préparations photographiques seront mieux adaptées aux propriétés de ces rayons. C'est à l'étude de leur action sur les substances sensibles que nous nous sommes attachés.

Nous avons remarqué d'abord que les rayons de Röntgen agissent de la même manière sur des plaques au gélatinobromure colorées et rendues sensibles aux diverses régions spectrales. Ainsi, des plaques sensibilisées pour le rouge, pour le jaune ou pour le vert, donnent exactement la même impression, toutes choses choses égales d'ailleurs, à la condition qu'elles aient la même sensibilité générale pour la lumière blanche.

Étant données des plaques photographiques de sensibilités différentes à la lumière blanche, il nous a paru intéressant d'examiner si le rapport des sensibilités est le même pour les rayons X.

Une autre série d'essais a eu pour but d'étudier l'absorption de ces rayons par les couches sensibles et de la comparer à celle des rayons lumineux, dans des conditions analogues.

La pénétrabilité extraordinaire des rayons X et leur absorption extrêmement faible par les préparations sensibles paraît constituer un mode de recherche de ces rayons dans les sources lumineuses plus ou moins intenses. A part les tubes de Crookes ou les tubes similaires, les effets que nous avons constatés avec l'arc électrique, le bec Auer, la lampe à pétrole, ne sont dus qu'à la pénétration des rayons lumineux proprement dits ou à l'échauffement par les rayons calorifiques très rapidement éteints par les piles de papier.

Nous n'avons jamais pu trouver la présence des rayons X dans ces sources lumineuses.

Expérience montrant que les rayons X émanent de l'anode. — Extrait d'une Lettre de M. de Heen à M. le Secrétaire perpétuel.

Liège, le 15 février 1896.

Afin de prendre date, j'ai l'honneur de porter à votre connaissance que, d'après mes dernières expériences, les rayons X, de Lenard et Röntgen, n'émanent pas de la cathode, mais bien de l'anode.

Il suffit, pour le démontrer, de placer entre le tube de Crookes et la plaque sensible, un écran en plomb percé de quelques ouvertures permettant le passage des faisceaux de rayons. La direction de ceux-ci sur la plaque indique qu'ils émanent du pôle positif et non du pôle négatif. Ce sont donc des rayons *anodiques*.

Photographies obtenues avec les rayons de Röntgen. — Note de MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans, présentée par M. d'Arsonval. — Cette communication présentant un caractère [illegible]ement médical, nous nous contentons d[illegible]

Enfin, signalons encore deux communications, l'une de M. G.-H. Niewenglowski *Sur la propriété qu'ont les radiations émises par les corps phosphorescents de traverser certains corps opaques à la lumière solaire, et sur les expériences de M. G. Le Bon sur la lumière noire;* l'autre, de M. Gustave Le Bon, présentée par M. d'Arsonval, sur la *Nature et propriétés de la lumière noire.*

M. Niewenglowski met en doute, avec raison à notre avis, la réalité des faits observés par M. G. Le Bon, et les théories absolument invraisemblables émises par ce dernier dans sa note de trois pages n'amènent nullement la conviction du lecteur. (Voir dans la séance du 24 février la note de MM. Auguste et Louis Lumière.)

Ce nom de lumière noire est tout particulièrement agaçant, puisque le noir est précisément l'absence de lumière, et le noir absolu l'absence absolue de lumière. O terminologie précise, que d'accrocs te fait subir l'Académie des sciences!

Séance du 24 février 1896.

Sur les radiations émises par phosphorescence. — Note de M. Henri Becquerel. — Dans une précédente séance M. Ch. Henry a annoncé que le sulfure de zinc phosphorescent interposé sur le trajet de rayons émanés d'un tube de Crookes augmentait l'intensité des radiations traversant l'aluminium.

D'autre part, M. Niewenglowski a reconnu que le sulfure du calcium phosphorescent du commerce émet des radiations qui traversent les corps opaques.

Ce fait s'étend à divers corps phosphorescents et, en particulier, aux sels d'urane dont la phosphorescence a une très courte durée.

Avec le sulfate double d'uranium et de potassium, dont je possède des cristaux formant une croûte mince et transparente, j'ai pu faire l'expérience suivante :

On enveloppe une plaque photographique Lumière, au gélatinobromure, avec deux feuilles de papier noir très épais, tel que la plaque ne se voile pas par une exposition au soleil, durant une journée.

On pose sur la feuille de papier, à l'extérieur, une plaque de la substance phosphorescente, et l'on expose le tout au soleil, pendant plusieurs heures. Lorsqu'on développe ensuite la plaque photographique, on reconnaît que la silhouette de la substance phosphorescente apparaît en noir sur le cliché. Si l'on interpose entre la substance phosphorescente et le papier une pièce de monnaie, ou un écran métallique percé d'un dessin à jour, on voit l'image de ces objets apparaître sur le cliché.

On peut répéter les mêmes expériences en interposant entre la substance phosphorescente et le papier une mince lame de verre, ce qui exclut la possibilité d'une action chimique due à des vapeurs qui pourraient émaner de la substance échauffée par les rayons solaires.

On doit donc conclure de ces expériences que la substance phosphorescente en question émet des radiations

qui traversent le papier opaque à la lumière et réduisent les sels d'argent.

Sur le carbure de manganèse. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — Dans les recherches calorimétriques que MM. Troost et Hautefeuille ont entreprises sur les carbures de fer et de manganèse, ces savants ont fait mention d'un carbure Mn^3C qui se préparait au four à vent et qui, par refroidissement lent, fournissait de véritables solides de clivage [1].

Nous avons obtenu le même composé au four électrique et nous avons étudié sa décomposition en présence de l'eau.

Préparation. — Pour avoir ce carbure, on chauffe un mélange de charbon de sucre et d'oxyde salin Mn^3O^4 pur, dans les proportions suivantes : oxyde de manganèse 200, charbon de sucre 50.

Il est utile d'opérer la réduction dans un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités, à cause de la grande volatilité du manganèse à la température du four électrique. Avec un courant de 350 ampères et de 50 volts, la chauffe dure cinq minutes; avec 900 ampères et 40 volts la réduction est presque instantanée.

Conclusions. — Le carbure CMn^3 découvert par MM. Troost et Hautefeuille peut se produire entre 1500° et 3000°. Lorsqu'il est pur, il décompose l'eau à la température ordinaire en donnant un mélange à parties égales de méthane et d'hydrogène. Cette réaction se produit suivant une formule simple.

Étude des borures de nickel et de cobalt. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — Les borures de nickel BoNi et de cobalt BoCo peuvent s'obtenir purs et cristallisés par les procédés qui nous ont servi déjà à préparer le borure de fer. Cette préparation se fait par union directe du bore et du métal. On peut la réaliser soit au four électrique, soit au four à réverbère ordinaire, chauffé au moyen de charbon de cornue.

Préparation au four électrique. — On place dans un creuset de charbon brasqué avec un peu de bore, des fragments de nickel et de cobalt mélangés de $\frac{1}{10}$ de leur poids de bore en poudre. On chauffe cinq minutes avec un courant de 300 ampères et 50 volts.

Conclusions. — Les borures de nickel BoNi et de cobalt BoCo s'obtiennent donc facilement cristallisés à partir de 1200°. Ces nouveaux composés ont des propriétés analogues à celles du borure de fer que nous avons décrit précédemment. Ces borures permettront de faire passer le bore dans un métal tel que le fer, puisque, à haute température, ainsi que nous l'avons démontré, le bore et le silicium déplacent le carbone d'une fonte en fusion.

[1] Troost et Hautefeuille, *Sur les fontes manganésifères* (*Comptes rendus*, t. LXXX, p. 909.

Sur la production des silhouettes de M. Röntgen. — Extrait d'une lettre de M. Ch.-V. Zenger à M. le Secrétaire perpétuel.

Prague, le 17 février 1896.

Dans l'extrait de ma Note sur les silhouettes de M. Röntgen, qui a été inséré aux *Comptes rendus*, on a omis d'indiquer que les épreuves si bien réussies, adressées par moi, avaient été obtenues au laboratoire de l'École polytechnique slave de Prague, du 11 au 22 janvier. Elles ont été faites par M. Domalip, professeur d'électrotechnique à cette École, en collaboration avec le préparateur de physique, M. Brozet.

Ce qui me paraît intéressant, c'est que M. Domalip a obtenu des images électriques (de Trouvelot) sur la plaque, au moyen de plaques de cuivre jaune et rouge, de zinc, de plomb, d'acier. C'est la preuve, selon moi, qu'il n'y a là qu'un phénomène d'induction électrique produisant la phosphorescence de la gélatine et en même temps la décharge électrique dans la gélatine; enfin la fluorescence de l'air ambiant, comme dans le cas de la décharge en aigrettes (décharge sombre) de l'électricité. A mon sens ce sont ces trois agents qui déterminent la décomposition des sels d'argent dans la couche sensible : il n'y a pas de rayonnement spécial, de rayons X ou de lumière noire, etc.

Au surplus, on obtient une action plus rapide avec des plaques orthochromatiques à l'éosine, ou avec des plaques lavées avec une solution de sulfate de quinine; toutes ces substances, qui peuvent transformer le mouvement électrique en mouvement ondulatoire, c'est-à-dire produire la fluorescence et la phosphorescence, contribuent beaucoup à la production des images.

Sur l'action des rayons X sur le diamant. — Note de MM. Abel Buguet et Albert Gascard, présentée par M. H. Moissan. — La transparence des différentes variétés du carbone et de la plupart de ses combinaisons non métalliques, établie par M. Röntgen, puis par les expérimentateurs qui ont étudié les rayons X, peut servir à différencier nettement le diamant de ses imitations, faites de substances de grande capacité.

Les épreuves que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie portent les silhouettes juxtaposées de diamants authentiques et d'imitations libres ou montés. Les poses longues arrivent bientôt à faire disparaître complètement les silhouettes des diamants vrais, lorsque les faux continuent à se comporter comme des corps opaques. Le même procédé nous a permis aussi de différencier le *jais* naturel de ses imitations minérales.

A côté de ce procédé *graphique*, nous avons éprouvé un procédé optique où nous utilisons la fluorescence étudiée par M. Röntgen. Le diamant et le jais, interposés entre le tube de Crookes et une feuille de papier couverte d'une matière fluorescente (platinocyanure de baryum, par exemple), projettent sur celle-ci des ombres plus claires que celles qui se montrent derrière les imitations disposées au voisinage.

Voilà deux méthodes d'expertise très sûres : la méthode *graphique* laisse un document irréfutable; la méthode *optique* est instantanée. Elles entreront aisément dans la pratique, car la pierre précieuse pourra être éprouvée même dans sa monture, et sans courir aucun risque [1].

Sur la cause de l'invisibilité des rayons de Röntgen. — Note de MM. Dariex et de Rochas; présentée par M. A. Cornu. (*Extrait.*) — Les expériences suivantes ont eu pour but de rechercher quel peut être le degré de perméabilité des milieux transparents de l'œil (cornée, humeur aqueuse, cristallin, corps vitré) par les rayons de Röntgen, et si ces milieux, parmi lesquels le cristallin est une véritable lentille, dont l'indice de réfraction (1,44 à 1,45) est voisin de celui du verre (1,52), n'opposeraient pas, comme lui, une grande résistance au passage de ces rayons. Cela expliquerait pourquoi ils nous sont invisibles. (Suit le détail des expériences.)

Il résulte de ces expériences que les milieux transparents de l'œil, qui se laissent traverser d'une façon si parfaite et instantanément par les rayons dits lumineux, se sont montrés très peu perméables pour les rayons X, malgré une action prolongée pendant une demi-heure.

Sur les rayons de Röntgen. — Note de M. Georges Meslin, présentée par M. Mascart. (*Extrait.*) — .... Les rayons actifs n'émanent pas directement de la cathode : ils semblent provenir de la partie du verre rendue fluorescente sous l'influence de l'électrode; on produit en effet l'impression photographique en mettant la plaque sur le côté du tube, de façon qu'elle reçoive le rayonnement de la calotte de verre, et en interposant un mur de briques sur le trajet des rayons qui pourraient venir directement de l'électrode.

.... J'ai obtenu des photographies très énergiques avec des poses de moins d'une minute; un des clichés a été obtenu à travers cinq épaisseurs de papier noir, avec une pose de quatre secondes. Il faut, pour cela, surveiller la marche de la bobine, agir constamment sur le trembleur pour maintenir la fluorescence à son plus haut degré, en se guidant aussi sur la lumière violacée pâle qui apparaît par moments dans la longueur du tube....

Sur quelques propriétés des rayons X de M. Röntgen. — Note de M. H. Dufour, présentée par M. Mascart. (*Extrait.*) — Nous avons étudié l'action des rayons X sur les corps électrisés.

Une lame d'aluminium, collée sur une plaque carrée d'ébonite, est fixée à l'extrémité d'une tige isolante. Le tout est enfermé dans une caisse en métal communiquant avec le sol; la lame d'aluminium est reliée à un électromètre gradué jusqu'à 1500 volts. Les radiations émanant d'un tube de Crookes agissent, par une fenêtre percée dans la caisse de métal, sur la feuille d'aluminium.

On constate que les radiations émises par le tube déchargent la feuille d'aluminium électrisée négativement; qu'il en est de même avec une feuille d'or électrisée; que cet effet se manifeste aussi, peut-être d'une façon moins intense, lorsque les feuilles sont électrisées positivement.

En plaçant devant la fenêtre des écrans divers, on peut mesurer l'absorption qu'ils exercent sur les radiations qui émanent du tube et faire ainsi, par un procédé plus commode que l'emploi de substances fluorescentes, une *photométrie relative* des rayons X.

Nous avons constaté : que les phénomènes de fluorescence se produisent, non seulement devant la face du verre opposée à la cathode, mais aussi devant l'anode et plus ou moins sur toute la surface du verre; que la fluorescence de la lame de papier couverte de platinocyanure de baryum augmente, lorsqu'on approche les doigts ou mieux un corps métallique de cette bande (le tube de Crookes était enfermé dans une caisse de sapin à parois de 1 cm d'épaisseur).

Lorsque le tube agit énergiquement, les doigts promenés sur le bois de la caisse deviennent lumineux au point de contact. Si l'on interpose entre la caisse et la lame fluorescente le doigt ou un objet, surtout métallique, l'ombre de cet objet se dessine en sombre sur la fluorescence générale de la bande, comme dans les photographies ordinaires produites par les rayons Röntgen.

Or une radiation d'une source lumineuse ne varie pas d'intensité par le fait de la présence ou de l'absence du corps qu'elle éclaire; ici, il n'en est pas de même; la présence des corps conducteurs facilite l'émission des radiations du tube de Crookes; on se trouve en présence d'un phénomène analogue à l'*effluve* électrique, et il semble que les actions photographiques produites sont bien dues à l'existence d'une effluve de ce genre, *très homogène et très divisée*, mais dont l'existence se manifeste par ses propriétés électriques.

Ainsi, des tubes de Geissler très petits et très sensibles s'illuminent là où les rayons X impressionnent la plaque photographique.

Les écrans métalliques qui protègent la plaque photographique contre les radiations Röntgen arrêtent également leur action électrique sur les tubes de Geissler. De ces faits nous concluons que :

Les radiations actiniques qui émanent de la surface des tubes de Crookes et agissent à travers des corps opaques (optiquement) sur une plaque photographique, paraissent avoir une origine électrique; elles constituent un phénomène analogue à l'effluve électrique et agissent comme elle sur une plaque photographique.

La perméabilité des corps pour les radiations émanant des tubes de Crookes varie avec leur constante diélectrique et leur conductibilité électrique; *elle paraît être sans relations avec leurs propriétés optiques.*

[1] Ces expériences ont été obtenues au cabinet de physique de l'École des sciences de Rouen, à l'aide d'un tube, malheureusement bien médiocre, qui oblige à des poses très longues, inférieur même à deux lampes à incandescence qui nous avaient permis, au début, quelques essais plus rapides.

Sur l'émission des rayons de Röntgen, par un tube contenant une matière fluorescente. — Note de M. Piltchikof, présentée par M. Lippmann. — On sait que les rayons de Röntgen, émis par un tube de Crookes, permettent de faire une photographie en vingt ou trente minutes, à condition de se servir d'une assez forte bobine d'induction. C'est une expérience assez longue, qu'il est utile de pouvoir abréger.

Les rayons efficaces semblent partir des portions du verre qui deviennent fluorescentes. J'ai pensé qu'on obtiendrait des effets plus puissants en remplaçant le verre par une substance plus fluorescente. J'ai donc employé un tube de Puluj, et en effet j'ai trouvé que la durée de la pose était singulièrement abrégée. Une petite machine de Voss, avec un de ces tubes, remplace la bobine avec le tube de Crookes ordinaire. En employant une bobine, puis le dispositif de Tesla, on fait descendre la durée de pose à quelques minutes, puis à 30 secondes.

Signalons encore une nouvelle Note de M. Gustave Le Bon, *Sur quelques propriétés de la lumière noire*. Dans cette Note, l'auteur veut étendre le nom bizarre de lumière noire à toutes les radiations invisibles pour l'œil, mais visibles pour la plaque photographique ou pour un instrument quelconque. C'est là une prétention excessive et contre laquelle nous protestons avec rage. Le mot *radiation* nous suffit, et il nous répugne de détourner le mot lumière de sa signification séculaire pour l'appliquer précisément aux radiations invisibles.

Espérons d'ailleurs que nous n'entendrons bientôt plus parler de cette lumière noire, car, dans une dernière Note présentée par M. Lippmann au nom de MM. Auguste et Louis Lumière, *A propos de la photographie à travers les corps opaques*, ces habiles et ingénieux expérimentateurs ont établi d'une manière irréfutable que la lumière noire ne serait que de la lumière blanche, à l'abri de laquelle on ne serait pas placé d'une façon absolument rigoureuse.

Est-ce un assez bel enterrement de première classe?

Séance du 2 mars 1896.

Observations au sujet de la photographie à travers les corps opaques. — Note de M. A. d'Arsonval. — Les personnes qui ont cherché à répéter les expériences de M. Le Bon se divisent en deux catégories : les unes ont obtenu des résultats positifs, tels sont MM. Armagnac (de Bordeaux), Murat (du Havre), Braun (de Paris), etc.; d'autres, comme MM. Lumière, Londe, Édouard Monod, etc., n'ont obtenu aucune image.

J'ai moi-même répété ces expériences et je crois être arrivé à trouver la cause de ce désaccord entre des observateurs également consciencieux et habiles. Les uns et les autres ont raison : tout dépend des conditions opératoires. En opérant comme MM. Lumière, c'est-à-dire en exposant aux rayons solaires une plaque sensible protégée par un écran métallique, je n'ai obtenu aucune impression de la plaque, lors même que l'écran métallique était constitué par une plaque d'aluminium très mince. Le métal n'est donc pas traversé par les radiations solaires, ce qui semble infirmer les résultats obtenus par M. Le Bon.

Il n'en est plus de même si l'on interpose entre la plaque métallique et les rayons solaires une épaisse lame de glace, semblable à celles que l'on trouve dans les châssis servant au tirage des positifs. Dans ces conditions, j'ai constaté une impression très faible de la plaque sensible, à la longue, comme M. Le Bon. Si l'on place sur la plaque métallique un morceau de verre d'urane, l'impression de la glace sensible se fait plus vite. Tous les verres ne sont pas également bons. Ceux qui donnent les meilleurs résultats sont ceux qui ont une fluorescence jaune verdâtre lorsqu'on les éclaire dans l'obscurité par l'étincelle électrique. J'ai reconnu, d'ailleurs, qu'il en est de même pour les ampoules donnant des rayons de Röntgen. On peut remplacer l'ampoule de Crookes par une lampe à incandescence qu'on rend fluorescente en faisant communiquer le filament avec un des pôles d'une bobine à haute fréquence.

Toutes les lampes à incandescence qui donnent une fluorescence jaune verdâtre remplacent très bien l'ampoule de Crookes; celles, au contraire, dont la fluorescence est violette ou bleuâtre ne donnent presque rien. J'ai obtenu également un bon résultat en employant un simple tube de Geissler entouré d'une solution de fluorescéine.

En un mot, il résulte des expériences ci-dessus que tous les corps qui émettent des radiations fluorescentes de couleur jaune verdâtre peuvent impressionner la plaque photographique à travers les corps opaques.

Les résultats contradictoires ci-dessus s'expliquent donc très bien en tenant compte des faits signalés par MM. Charles Henry, Niewenglowski, et surtout par notre confrère M. Henri Becquerel dans les dernières séances. Les corps fluorescents émettent des radiations jouissant des propriétés des rayons X conformément à l'hypothèse de notre confrère M. Poincaré.

De tous ces faits il résulte que le rôle des rayons cathodiques dans les expériences de Röntgen semble se borner à exciter la fluorescence du verre spécial composant l'ampoule de Crookes.

Sur les radiations invisibles émises par les corps phosphorescents. — Note de M. Henri Becquerel. — Dans la dernière séance, j'ai indiqué sommairement les expériences que j'avais été conduit à faire pour mettre en évidence les radiations invisibles émises par certains corps phosphorescents, radiations qui traversent divers corps opaques pour la lumière.

J'ai pu étendre ces observations, et, bien que je me propose de continuer et de développer l'étude de ces phénomènes, leur actualité me conduit à exposer, dès aujourd'hui, les premiers résultats que j'ai obtenus.

Les expériences que je rapporterai ont été faites avec

les radiations émises par des lamelles cristallines de sulfate double d'uranyle et de potassium

$$[SO^4(UO)K + H^2O],$$

corps dont la phosphorescence est très vive et la durée de persistance lumineuse inférieure à $\frac{1}{100}$ de seconde. Les caractères des radiations lumineuses émises par cette substance ont été étudiés autrefois par mon père, et j'ai eu, depuis, l'occasion de signaler quelques particularités intéressantes que présentent ces radiations lumineuses.

On peut vérifier très simplement que les radiations émises par cette substance, quand elle est exposée au soleil ou à la lumière diffuse du jour, traversent, non seulement des feuilles de papier noir, mais encore divers métaux, par exemple une plaque d'aluminium et une mince feuille de cuivre. J'ai fait notamment l'expérience suivante :

Une plaque Lumière, au gélatinobromure d'argent, a été enfermée dans un châssis opaque en toile noire, fermé d'un côté par une plaque d'aluminium; si l'on exposait le châssis en plein soleil, même pendant une journée entière, la plaque ne serait pas voilée; mais, si l'on vient à fixer sur la plaque d'aluminium, à l'extérieur, une lamelle du sel d'uranium, que l'on peut, par exemple, assujettir avec des bandes de papier, et si l'on expose le tout pendant plusieurs heures au soleil, on reconnaît, lorsqu'on développe ensuite la plaque par les procédés ordinaires, que la silhouette de la lamelle cristalline apparaît en noir sur la plaque sensible et que le sel d'argent a été réduit en face de la lamelle phosphorescente. Si la lame d'aluminium est un peu épaisse, l'intensité de l'action est moindre qu'au travers de deux feuilles de papier noir.

Si, entre la lamelle du sel d'uranium et la lame d'aluminium ou le papier noir, on interpose un écran formé d'une lame de cuivre, de 0,10 mm environ d'épaisseur, par exemple en forme de croix, on observe dans l'image la silhouette de cette croix, en plus clair, mais avec une teinte indiquant cependant que les radiations ont traversé la lame de cuivre. Dans une autre expérience, une lame de cuivre plus mince (0,04 mm) a affaibli beaucoup moins les radiations actives.

La phosphorescence provoquée, non plus par les rayons solaires directs, mais par les radiations solaires réfléchies sur le miroir métallique d'un héliostat, puis réfractées par un prisme et une lentille de quartz, a donné lieu aux mêmes phénomènes.

J'insisterai particulièrement sur le fait suivant, qui me paraît tout à fait important et en dehors des phénomènes que l'on pouvait s'attendre à observer : Les mêmes lamelles cristallines, placées en regard de plaques photographiques, dans les mêmes conditions et au travers des [illegible]rans, mais à l'abri de l'excitation des radiations [illegible]maintenues à l'obscurité, produisent encore [illegible]sions photographiques. Voici comment [illegible] cette observation : Parmi les expériences qui précèdent, quelques-unes avaient été préparées le mercredi 26 et le jeudi 27 février et, comme ces jours-là, le soleil ne s'est montré que d'une manière intermittente, j'avais conservé les expériences toutes préparées et rentré les châssis à l'obscurité dans le tiroir d'un meuble, en laissant en place les lamelles du sel d'uranium. Le soleil ne s'étant pas montré de nouveau les jours suivants, j'ai développé les plaques photographiques le 1er mars, en m'attendant à trouver des images très faibles. Les silhouettes apparurent, au contraire, avec une grande intensité. Je pensai aussitôt que l'action avait dû continuer à l'obscurité et je disposai l'expérience suivante :

Au fond d'une boîte en carton opaque, j'ai placé une plaque photographique, puis, sur la face sensible, j'ai posé une lamelle du sel d'uranium, lamelle convexe qui ne touchait le gélatinobromure que seulement en quelques points; puis, à côté, j'ai disposé sur la même plaque une autre lamelle du même sel, séparée de la surface du gélatinobromure par une mince lame de verre; cette opération étant exécutée dans la chambre noire, la boîte a été refermée, puis enfermée dans une autre boîte en carton, puis dans un tiroir.

J'ai opéré de même avec le châssis fermé par une plaque d'aluminium, dans lequel j'ai mis une plaque photographique, puis à l'extérieur une lamelle du sel d'uranium. Le tout a été enfermé dans un carton opaque, puis dans un tiroir. Au bout de cinq heures, j'ai développé les plaques, et les silhouettes des lamelles cristallines ont apparu en noir, comme dans les expériences précédentes et comme si elles avaient été rendues phosphorescentes par la lumière. Pour la lamelle posée directement sur la gélatine, il y avait à peine une différence d'action entre les points de contact et les parties de la lamelle qui s'écartaient d'un millimètre environ de la gélatine; la différence peut être attribuée à la distance différente des sources des radiations actives. L'action de la lamelle placée sur une lame de verre a été très légèrement affaiblie, mais la forme de la lamelle a été très bien reproduite. Enfin, au travers de la feuille d'aluminium, l'action a été considérablement plus faible, mais cependant très nette.

Il importe d'observer que ce phénomène ne paraît pas devoir être attribué à des radiations lumineuses émises par phosphorescence, puisque, au bout de $\frac{1}{100}$ de seconde, ces radiations sont devenues si faibles qu'elles ne sont presque plus perceptibles.

Une hypothèse qui se présente assez naturellement à l'esprit serait de supposer que ces radiations, dont les effets ont une grande analogie avec les effets produits par les radiations étudiées par MM. Lenard et Röntgen, seraient des radiations invisibles émises par phosphorescence, et dont la durée de persistance serait infiniment plus grande que la durée de persistance des radiations émises par ces corps. Toutefois, les expériences présentes, sans être contraires à cette hypothèse, n'autorisent pas à la formuler. Les expériences que je poursuis en ce mo-

ment pourront, je l'espère, apporter quelques éclaircissements sur ce nouvel ordre de phénomènes.

Réponse aux observations de M. H. Poincaré sur la théorie des rayons cathodiques. — Note de M. G. Jaumann, présentée par M. Poincaré. — Note d'un caractère essentiellement mathématique et pour laquelle nous renvoyons aux *Comptes rendus*.

Observations au sujet de la Communication précédente. — Par M. H. Poincaré. — Réponse à consulter dans les *Comptes rendus*.

Présentation d'épreuves obtenues par la méthode de M. Röntgen. — Note de M. Londe, présentée par M. d'Arsonval. — Nous avons l'honneur de remettre à l'Académie diverses épreuves photographiques obtenues au moyen des rayons X.

Ces épreuves ont été obtenues avec une ampoule de Crookes à miroir parabolique : l'objet photographié a été placé, suivant le cas, à 0,30 m ou 0,45 m de l'ampoule. Nous avons, en effet, remarqué que la netteté de l'impression augmente d'autant plus que l'éloignement de la source de rayons actifs est plus grand. Cette remarque a surtout son importance lorsqu'il s'agit de reproduire des modèles de dimensions relativement grandes.

Les épreuves que nous soumettons à l'Académie représentent un rat, un pigeon et un lapin de garenne.

I. *Épreuve du rat.* — Celui-ci a été disposé sur la plaque de profil. La pose a été d'une heure. On distingue parfaitement tout le squelette; les différentes vertèbres se détachent avec une entière netteté.

II. *Épreuve du pigeon.* — Celui-ci est complètement disséqué, en ce qui concerne les ailes et les pattes : les os seuls sont reproduits.

III. *Épreuve du lapin.* — Les pattes sont également disséquées, la chair ayant été complètement traversée. On aperçoit très nettement des fractures multiples des deux pattes de derrière. On remarque également divers plombs, dont deux se sont déchiquetés au contact des os. Cette épreuve montre également la colonne vertébrale, les côtes et le détail de la tête.

En résumé, la plume et le poil ne sont pas un obstacle pour reproduire, à l'aide des rayons X, l'ossature d'un animal quelconque. Avec les dispositifs que nous avons employés, la durée de pose maximum n'a pas dépassé deux heures pour le lapin, qui présentait les épaisseurs les plus considérables à traverser.

Au cours de ces expériences, bien que nous servant d'un modèle d'ampoule destiné à concentrer les rayons cathodiques à la partie inférieure sous laquelle était placé l'objet à photographier, nous avons constaté que l'action photographique était également obtenue dans un plan perpendiculaire à celui du rayonnement cathodique. En pratique, on peut donc placer le modèle à reproduire non seulement en dessous de l'ampoule, mais latéralement.

En opérant avec une ampoule à cathode verticale, une bande pelliculaire, disposée concentriquement à cette cathode et placée derrière une bande métallique percée de fenêtres équidistantes, a laissé des impressions sensiblement identiques sur toute la circonférence.

De ces observations on peut conclure que les rayons X ne s'échappent pas seulement du point de rayonnement des rayons cathodiques, mais de toute la surface de l'ampoule.

La lumière noire, réponse à quelques critiques. — Note de M. Gustave Le Bon, présentée par M. d'Arsonval. — Cette Note, aussi vague que les précédentes, ne verse aux débuts que de la lumière... noire. Passons outre.

Diffusion des rayons de Röntgen. — Note de MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans, présentée par M. d'Arsonval. — Au cours d'expériences entreprises à l'effet d'augmenter l'intensité du faisceau des rayons de Röntgen utilisé pour la photographie, nous avons constaté des phénomènes très nets de diffusion, dont l'existence paraît pouvoir contribuer à déterminer la nature des nouveaux rayons.

Pour constater l'existence de la diffusion, nous avons reçu les rayons émanés d'un tube de Crookes sur des lames planes de différents corps et nous avons disposé à côté du tube une plaque sensible recouverte d'une double enveloppe de papier aiguille, dans une direction à peu près normale à celle que devait avoir la région moyenne du faisceau, s'il se réfléchissait régulièrement. Une épaisse lame de cuivre était d'ailleurs interposée entre le tube de Crookes et la plaque photographique afin de mettre celle-ci à l'abri de toute radiation directe.

Pour constater l'existence de rayons de Röntgen renvoyés par la lame réfléchissante ou diffusante, nous avons d'ailleurs fixé sur la plaque photographique un cristal de quartz (opaque à ces rayons) serti dans une monture en liège (transparent pour ces mêmes rayons); un numéro d'ordre métallique (et par suite opaque) était en outre chaque fois interposé entre le papier qui recouvrait la plaque sensible et la face de la monture en liège en contact avec le papier.

Plusieurs expériences comparatives ont d'ailleurs été faites sur la même plaque, en protégeant successivement les diverses parties de celle-ci au moyen d'épaisses lames métalliques absolument opaques.

Nous nous sommes servis d'abord, comme corps réfléchissant ou diffusant, de l'un des plateaux métalliques d'un condensateur d'Œpinus et nous avons constaté que, après dix minutes de pose, la plaque photographique était nettement impressionnée par les rayons de Röntgen, soit que le plateau, isolé par son pied en verre, fût ou non recouvert de vernis, soit qu'il fût mis au sol, soit encore qu'il communiquât avec l'un ou l'autre pôle d'une machine de Wimshurst donnant des étincelles de 10 cm. Dans chacun de ces cas, la plaque a été impressionnée avec la même intensité, le quartz a toujours été opaque, le liège toujours transparent, le numéro d'ordre métallique a toujours été reproduit à travers le liège. D'ailleurs, dans l'expérience comparative, faite sur un quart de chaque plaque, en faisant fonctionner le tube de Crookes et supprimant le plateau métallique, nous n'avons jamais obtenu aucune impression, preuve que nos plaques étaient entièrement protégées contre le rayonnement direct.

Des résultats identiques ont été obtenus en substituant au plateau métallique une plaque de paraffine.

Par contre, une lame de liège de 7 mm d'épaisseur, très transparente aux rayons de Röntgen, ne nous a donn[illegible] impression à peine perceptible du numéro d'ordre [illegible]

Il en a été de même pour des lames de verre, bien que ce corps soit relativement assez opaque aux rayons de Röntgen; la quantité de rayons diffusés a d'ailleurs été à peine plus considérable pour le verre dépoli.

Dans un autre groupe d'expériences, nous avons fait traverser aux rayons de Röntgen un tube en verre long de 12 cm, fermé par deux bouchons en liège recouvert de paraffine, et dans lequel on pouvait faire le vide; l'intensité de la photographie d'un fin grillage métallique a été à peine plus grande lorsque nous faisions dans le tube un vide de 6 mm de mercure.

En essayant de faire réfléchir sur un plateau métallique poli un mince faisceau de rayons sensiblement parallèles, obtenu à l'aide de deux diaphragmes circulaires de même diamètre, la plaque sensible n'a pas présenté, après une demi-heure de pose, de trace visible d'impression.

Il y a lieu de conclure de là que, si les rayons de Röntgen se réfléchissent régulièrement dans les conditions de nos expériences, ils ne le font qu'en très faible proportion; par contre, ils peuvent être diffusés en assez grande quantité et l'intensité de la diffusion paraît dépendre beaucoup plus de la nature que du degré de poli du corps diffusant. Ce fait conduirait à attribuer aux nouveaux rayons une longueur d'onde très petite et telle qu'il ne nous est pas possible de réaliser le degré de poli nécessaire pour en déterminer la réflexion régulière.

Les clichés obtenus nous ont révélé en outre, en ce qui concerne le liège et le quartz, des degrés différents de transparence pour les rayons diffusés par les différents corps employés. Nous nous réservons toutefois de contrôler ce dernier résultat et nous avons commencé, à cet effet, une série d'expériences grâce auxquelles nous espérons, soit par la diffusion, soit par la transmission, obtenir des renseignements sur l'homogénéité ou la complexité du faisceau des nouveaux rayons.

Sur la représentation photographique du relief d'une médaille obtenue au moyen des rayons de Röntgen. — Note de M. J. Carpentier, présentée par M. Mascart. — Au cours de recherches que j'ai entreprises pour réunir quelques données numériques sur la perméabilité des métaux aux rayons Röntgen, j'ai été conduit à faire une expérience ayant pour objet la représentation photographique du relief d'une médaille.

La médaille sur laquelle j'ai opéré est une pièce de monnaie de bronze, de la République Argentine. Pour obtenir une image du sujet qu'elle porte, figure et inscription, on a placé sur cette médaille une rondelle mince d'aluminium bien recuit; par un coup de balancier, on a obtenu un moulage en creux, dans l'aluminium, du relief de la pièce. Ce moulage mince, déposé sur un châssis formé de plusieurs épaisseurs de papier noir et contenant une plaque photographique, a été soumis à l'action d'une ampoule de Crookes.

En raison du fait que les creux présentaient au passage des rayons une moindre résistance que les bosses, les parties correspondantes du cliché sont les plus noires : l'image a l'apparence d'un négatif. Les petites épreuves sur papier, obtenues par contact, ont l'apparence d'un [positif]. Les agrandissements obtenus en partant d'une épreuve positive sur verre sont, à la taille près, en tout semblables au cliché lui-même.

La netteté de ces diverses images est très grande, par suite de la précaution prise d'interposer, entre l'ampoule et la plaque, un écran opaque en laiton percé d'un trou de 1 cm de diamètre.

Le relief de la pièce de bronze, quoique d'apparence accentuée, ne mesure guère que $\frac{8}{100}$ de millimètre. La rondelle d'aluminium, dans les parties non estampées, a $\frac{5}{10}$ d'épaisseur.

L'ampoule a été très peu poussée et la pose a été de quatre heures. Afin de définir l'intensité du rayonnement actif, j'ai comparé son effet sur les parties de la plaque non protégées par le moulage à l'effet produit sur une plaque photographique semblable par une bougie ordinaire, placée à 1 m; j'ai reconnu que l'action de l'ampoule, dans les conditions indiquées, était équivalente à l'action de la bougie durant deux secondes. Il serait utile, pour les comparaisons, que les expérimentateurs prissent le soin d'indiquer l'intensité du champ dans lequel ils ont opéré.

Il est évident que d'autres corps, même non métalliques, se prêteraient à la même expérience.

Sur le passage des rayons de Röntgen à travers les liquides. — Note de MM. Bleunard et Labesse. — Pour étudier l'influence que pouvaient avoir les liquides sur le passage des rayons Röntgen, il nous a d'abord fallu chercher à nous mettre à l'abri des erreurs pouvant provenir de la marche des rayons au travers du récipient dans lequel ces liquides doivent être placés.

Le verre est un des corps qui offrent le plus de résistance au passage des rayons Röntgen. D'autre part, les récipients en bois ou en carton, recouverts d'une couche de corps gras, s'opposent encore dans une certaine mesure au passage des rayons. Nous avons trouvé que le papier noir, enduit de suif, est, au contraire, absolument perméable; les plaques sensibles, enveloppées de papier noir ordinaire sur lequel on dispose des carrés de papier enduit de suif, sont impressionnées par les rayons avec la plus grande facilité, sans qu'aucune trace vienne indiquer sur la plaque la disposition qu'on a pu donner aux petites cuvettes de papier enduit de suif.

Si donc on expose aux rayons de Röntgen une plaque sensible, préalablement enveloppée de papier noir, sur laquelle on ait disposé des épaisseurs égales de liquide dans de petits récipients de papier enduit de suif, les taches blanches obtenues sur la plaque sensible doivent être attribuées exclusivement aux liquides formant écran.

Nous n'avons fait encore que des expériences sommaires : cependant quelques résultats déjà obtenus présentent, croyons-nous, un certain intérêt.

L'eau se laisse traverser facilement par les rayons.

Les solutions de bromure de potassium, de chlorure d'antimoine, de bichromate de potasse offrent une résis-

tance assez considérable au passage des rayons Röntgen, alors que les solutions de borate de soude, de permanganate de potasse se laissent plus facilement traverser.

Les couleurs ne semblent avoir aucune influence sur le passage des rayons; l'eau colorée à l'aide de couleurs variées d'aniline n'offre aucune résistance.

Notre intention est de poursuivre ces recherches, faites à l'aide de l'appareil de l'ingénieur Seguy, en faisant varier la nature des liquides, et le titre et la nature des solutions expérimentées.

Découverte et extraction, grâce à une photographie de Röntgen, d'une aiguille implantée dans la main. — Note de M. Pierre Delbet, présentée par M. Guyon. — J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une photographie de Röntgen, qui m'a rendu un très réel service; elle a été faite par M. J. Perrin, préparateur à l'École normale supérieure. On y voit nettement l'ombre d'une aiguille implantée au niveau du cinquième métacarpien, dans le sens transversal.

Des tentatives avaient déjà été faites, par d'autres, pour trouver et extraire cette aiguille; mais en vain. Grâce à cette photographie, j'ai pu la découvrir et l'enlever facilement.

La photographie n'apprend pas, à la vérité, si l'aiguille est en avant ou en arrière du métacarpien; mais, si elle avait été en arrière de cet os, on aurait pu la sentir par la palpation. Comme il était impossible de la sentir, il devenait certain qu'elle était en avant, dans l'épaisseur de l'éminence hypothénar, et c'est en effet là que je l'ai trouvée.

Applications de la méthode de M. Röntgen. — Note de MM. Ch. Girard et F. Bordas, présentée par M. Brouardel. — Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie quelques photographies obtenues à l'aide de la méthode de M. Röntgen.

La première représente un livre dans l'intérieur duquel on a encastré une boîte en fer-blanc; cette boîte contenait 200 gr de fulminate de mercure; l'amorce consistait en un cosaque en parchemin qui se trouvait fixé, d'une part, au couvercle du livre, et, d'autre part, au fond de la boîte en métal, par l'entremise d'un orifice pratiqué sur la paroi supérieure de la boîte. Toutes les pages étaient collées, et l'on ne pouvait guère soulever le couvercle du livre.

La deuxième représente ce livre photographié, à travers lequel on reconnaît très facilement la présence d'une boîte en métal suspecte.

La troisième photographie est un livre analogue au précédent, mais dont la partie centrale évidée contenait une boîte en bois remplie de poudre de chasse, de clous, de débris de fer, écrou, cartouche de revolver, etc.

La quatrième photographie, obtenue à la lumière cathodique, permet de se rendre compte de la composition de l'engin.

Enfin, la cinquième épreuve représente quelques produits chimiques qui entrent dans la composition de certaines poudres, dites *poudres vertes*, etc. On remarquera, par exemple, que quelques-unes sont transparentes aux radiations émises par le tube de Crookes, tandis que d'autres, le ferrocyanure, le chlorate de potasse, le soufre, présentent une opacité relative à ces rayons.

BIBLIOGRAPHIE

Magnetische Kreise, deren Theorie und Anwendung (Le circuit magnétique, *sa théorie et son utilisation*), par le Dr H. du Bois. — *Julius Springer*, à Berlin, et *R. Oldenbourg*, à Munich, éditeurs, 1894.

Nom d'auteur bien français, ouvrage bien allemand, telle est la caractéristique de ce remarquable travail. Quel dommage que ce ne soit pas l'inverse! Il en aurait été parlé plus tôt que nous ne le faisons aujourd'hui par suite d'une erreur de classement et du faux espoir quelque temps caressé d'en voir une traduction française. Peu de lecteurs songeront cependant, nous le regrettons, à nous reprocher cette omission involontaire, étant donné le petit nombre de ceux qui connaissent assez la langue allemande et sont en même temps assez versés dans les mathématiques élevées pour affronter cette lecture.

Quelle que soit l'importance prise dans ces dernières années par l'étude du champ magnétiqne, on se rend difficilement compte chez nous de la matière qu'elle peut offrir à la publication d'un livre entier, en onze chapitres bien remplis. L'esprit essentiellement analytique des Allemands peut seul y trouver cet aliment, et l'étendue de leur marché scientifique se prête seule à l'écoulement d'une monographie de ce genre. Il n'en faudrait pas conclure cependant à l'inutilité de semblables documents; s'ils restent du domaine de quelques privilégiés, la substance peut, par eux, en revenir condensée au commun des mortels qui en tirera profit, et il est, en conséquence, intéressant de les signaler à qui de droit.

La citation des titres de chapitres suffit d'ailleurs à en indiquer l'esprit général; elle montre tout le parti qu'on peut tirer d'un sujet en apparence aussi restreint. La première partie, purement théorique, contient en cinq chapitres : — une Introduction dans laquelle sont exposés tous les phénomènes fondamentaux et la notion générale du circuit magnétique, — la Théorie élémentaire d'un circuit magnétique imparfait, — une Esquisse de la théorie des aimants permanents, — celle de l'Induction magnétique, — et l'Aimantation d'un tore fermé et fendu radialement. Dans la seconde partie, intitulée « Utilisation » et qui occupe à peu près les deux tiers du volume, on trouve comme grandes divisions : les Propriétés générales du circuit magnétique, — Son analogie avec le circuit électrique, — le Circuit magnétique des dynamos et des électromoteurs, — Celui des divers électro-aimants et transformateurs, — la Détermination expérimentale d'une intensité de champ, — et enfin Celle de l'aimantation ou de l'induction.

C'est, comme on le voit, un exposé de toutes les questions électromagnétiques avec le circuit magnétique pour base et comme point de départ. Il nous rappelle, dans un ordre plus scientifique, L'*Électro-aimant* de S. P. Thompson. La conception en est élevée, le développement très savant, et l'exécution remarquablement soignée. — Avis aux amateurs.

E. B.

SYNDICAT PROFESSIONNEL

DES

INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

CHAMBRE SYNDICALE

Séance du 11 février 1896.

Présents : MM. *Beau, Bénard, Berne, Bernheim, Cance, Harlé, Hillairet, Juppont, Radiguet, Roux, Sartiaux, Sciama, Triquet, Violet, Vivarez.*

Excusés : MM. *Carpentier, Clémançon, Ducretet, Grammont, Meyer, Picou.*

La Chambre prononce l'admission comme membres-adhérents du Syndicat de :

M. *Bertolus* (Charles), 8, place Paul-Bert, à Saint-Étienne. — M. *Dubranle*, de la maison Dubranle et Cie, constructeurs d'accessoires pour l'électricité, 5, rue de La Vacquerie. — M. *Soulé*, industriel à Bagnères-de-Bigorre.

La Chambre est informée par M. Sartiaux que M. Lahure a été assigné devant le juge de paix au sujet de son refus de payer l'*Octroi sur le charbon* qu'il n'a pas consommé pour son éclairage électrique. Le juge de paix a chargé de l'expertise M. Dinet, inspecteur général des ponts et chaussées en retraite.

M. Sciama réunira prochainement la Commission des douanes pour l'examen des *Tarifs de transports.*

M. le Président est prié par la Chambre de rappeler à M. Postel-Vinay qu'il devait réunir la Commission chargée d'étudier les cahiers des charges des adjudications et de l'engager à le faire au plus tôt.

L'ordre du jour appelle la lecture du *Rapport du directeur du Bureau de contrôle* sur l'exercice 1895-96.

A la suite de la lecture de ce rapport, qui figure en annexe au procès-verbal, M. le Président félicite M. Roux, au nom de la Chambre, de la vive impulsion qu'il a donnée au Bureau et met en discussion chacune des propositions présentées par M. Roux.

Après un échange d'observations, la Chambre estime qu'il faut laisser au directeur du Bureau de contrôle une grande liberté d'action; elle adopte à l'unanimité les différentes modifications et additions demandées par M. Roux; elle décide toutefois d'unifier le tarif pour tous les compteurs de force motrice et arrête à 20 francs la vérification par compteur desservant un ou plusieurs moteurs, la vérification du ou des moteurs étant, en outre, taxée au tarif général.

La Société internationale des électriciens présidée par M. Potier a décidé de faire une *Exposition réservée à l'électricité domestique*, y compris le petit appareillage, à l'électricité médicale et aux appareils d'instruction ou de vulgarisation. Pour exposer, il sera nécessaire de faire partie de la Société internationale des Électriciens dont le siège est 44, rue de Rennes. La Chambre, désireuse de voir réussir cette Exposition, fait un chaleureux appel aux membres du Syndicat.

Se sont déjà fait inscrire comme exposants : MM. Bénard, Cadiot, Cance, Chauvin et Arnoux, Mildé, Pasquet, Radiguet, Jules Richard.

Sur la proposition de M. Sciama, la Chambre décide de grouper dans une exposition collective les industriels qui reculeraient devant les dérangements et la dépense d'une exposition individuelle.

M. Ed. Chesnay, ingénieur à Reims, a consulté la Chambre afin de savoir si une Compagnie concessionnaire de l'éclairage électrique d'une ville avait le droit de se réserver le *Monopole des installations intérieures chez les abonnés*. Après examen de la question, la Chambre ne croit pas qu'un semblable monopole puisse exister.

BUREAU DE CONTROLE DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

12, RUE HIPPOLYTE LEBAS, A PARIS

Rapport du Directeur sur le troisième exercice.

J'ai l'honneur de porter à votre connaissance les résultats du troisième exercice du Bureau de contrôle des installations électriques et du premier exercice de la gestion que vous m'avez confiée, et je suis heureux de vous annoncer qu'ils ont dépassé mes prévisions. Ils sont dus au terrain si bien préparé par mon prédécesseur, M. Picou, au zèle et au dévouement de mes collaborateurs.

Le nombre des polices souscrites a passé de 97 à 244 et le nombre de lampes correspondant de 20 275 à 48 250 au 10 février. L'accroissement a donc été de 147 polices représentant 28 000 lampes, soit de 140 pour 100

Ces abonnés se divisent ainsi :

Appartements et hôtels privés	52
Hôtels, restaurants, cafés, bars	26
Couturiers, magasins de nouveautés, passementiers	21
Industries diverses	19
Ingénieurs et architectes	16
Banques	14
Imprimeries et journaux	13
Administrations et Compagnies d'assurances	10
Notaires et avoués	6
Bazars	5
Fondeurs et bronzes d'art	5
Distillateurs et confiseurs	4
Théâtres et bals	3
Cercles	2

La division par secteurs est la suivante :

Secteur Édison	66
— de Clichy	47
— de la Compagnie parisienne de l'Air comprimé	35
— de la Compagnie d'Éclairage et de Force par l'électricité	2
— Municipal des halles	2
— de la Rive gauche	2

Les visites faites ont été au nombre de 426, se décomposant comme suit :

Visites réglementaires d'abonnés	332
Visites chez les abonnés en dehors des visites régulières	50
Opérations pour le compte de non abonnés	44
Total	426

Ces opérations ont donné lieu à un nombre égal de rapports adressés aux intéressés, abonnés ou non.

Nous avons pu constater, comme précédemment, qu'un grand nombre d'installations que nous avons signalées défectueuses, ont été remises en bon état.

Nous avons complété cette année nos visites d'installations par la détermination de la consommation spécifique moyenne des lampes à incandescence en watts par bougie normale.

Le transfert du siège du Bureau de contrôle dans un local plus important, 12, rue Hippolyte-Lebas, nous a permis d'organiser un laboratoire d'essais d'appareils de mesure et une salle de photométrie que nous avons installés avec beaucoup de soins.

En dehors de quelques essais pour des personnes étrangères, ce laboratoire nous a permis de faire des vérifications très

fréquentes de nos instruments de contrôle par rapport à des appareils étalon installés à demeure. Le matériel de notre laboratoire est encore sommaire; deux Sociétés ont offert au Bureau de contrôle quelques accumulateurs : nous les en remercions à nouveau et nous espérons que de généreux constructeurs voudront bien suivre leur exemple et contribuer à l'aménagement de ce laboratoire.

Les essais photométriques ont été au nombre de 45 et ont porté sur 436 lampes.

Les résultats des visites sont résumés dans les tableaux suivants ·

Installations visitées			342
Installations signalées défectueuses sous le rapport	de l'isolement	62	216
	de l'appareillage	51	
	du montage	55	
	des trois points ci-dessus	48	
Installations en bon état			126
Compteurs éprouvés			439
— signalés défectueux			176

La proportion de compteurs défectueux atteint donc 40 pour 100.

En dehors de Paris, le Bureau de contrôle a été, à plusieurs reprises, chargé par des municipalités de recevoir leurs installations électriques.

Le personnel du Bureau comprend : le directeur, trois inspecteurs, trois aides, un sténodactylographe, un représentant et un garçon de bureau, soit au total dix personnes.

Le Bureau de contrôle a continué à recueillir en grand nombre des documents juridiques, administratifs, de cahiers de charges, de polices d'abonnement, etc., mais peu de personnes en ont demandé communication.

La bibliothèque du Bureau s'est enrichie de plusieurs collections de journaux qui ont été adressées gracieusement par les éditeurs. Ces revues sont :

L'Industrie électrique. — *L'Électricien* (2e série), collection complète. — Le *Bulletin international de l'Électricité.* — La *Revue pratique de l'Électricité.* — *L'Étincelle électrique.* — Le *Bulletin de la Société internationale des Électriciens.* — Le *Journal d'Électricité et de Télégraphie.* — *The Electrical Review* de Londres. — *The Electrical Review* de New-York. — *The Electrical World.* — *The Electrical Engineer.* — *The Western Electrician.* — *The Electrical Industries.* — *The Street Railway Review.* — *The Railway World.*

MM. Hérard et Sirey ont offert au Bureau de contrôle un exemplaire de leur ouvrage sur les canalisations d'éclairage électrique.

L'Électricien et l'*Industrie électrique*, chaque fois que l'occasion s'en est présentée, ont fait une chaleureuse propagande pour le Bureau de contrôle.

A tous, nous adressons nos vifs remerciements.

Après avoir assuré la vitalité du Bureau de Paris, nous avons porté nos efforts sur la création de succursales en province. Vous avez ratifié, il y a peu de temps, la nomination de M. Juppont comme directeur du Bureau régional du Sud-Ouest. La personnalité de M. Juppont et son ardeur infatigable nous permettent de bien augurer du développement de cette succursale.

Les opérations que nous avons eu à faire, m'amènent à vous demander certaines modifications et additions au règlement général. Ce tarif porte :

Art. XIV, § 3. — Taxe de vérification de points spéciaux dans les installations : vérification d'un compteur, 20 francs.

Je demande à la Chambre de n'appliquer ce tarif qu'aux compteurs à 2 et à 3 fils au-dessous de 300 ampères, et de le porter à 30 francs pour les compteurs au-dessus de 300 ampères, parce qu'il faut alors employer un matériel spécial ne servant que très rarement; les compteurs à 5 fils nécessitent également un matériel spécial pour les essais à pleine charge et le concours simultané de deux inspecteurs.

Je demande donc que, pour ces compteurs, le tarif soit également porté à 30 francs.

Dans plusieurs installations comportant un très petit nombre de lampes mais plusieurs moteurs électriques, chaque moteur avait son compteur. D'après le tarif général nous devions faire la vérification de tous ces compteurs pour un prix infime. Ainsi, dans le cas de 10 lampes, 3 moteurs et 4 compteurs, la taxe était de 18 francs pour deux séries de visites par an.

Je demande que dans des cas semblables les compteurs des moteurs puissent être tarifés à part, aux conditions du règlement général, soit 20 francs.

Enfin, nous avons eu à vérifier un certain nombre de compteurs d'ascenseur. Encore d'après le tarif général nous ne pouvions demander que 2 fr. 50 par visite. Or, par suite de la variation du courant pendant la marche de l'ascenseur, il est impossible d'employer les méthodes ordinaires : nous devons apporter des rhéostats et charger le compteur séparément. Ces mesures sont longues, coûteuses et dangereuses quand la différence de potentiel est de 440 volts.

Je prie donc la Chambre de fixer à 30 francs la vérification d'un compteur d'ascenseur et à 40 francs l'abonnement pour deux visites annuelles.

Reste une dernière question. C'est celle de la tarification pour la province. Le tarif général a été élaboré pour Paris et convient bien à Paris, mais il est trop faible pour les villes de province dont la densité électrique de chaque installation et de l'ensemble est beaucoup plus faible, tandis que les frais sont plus élevés : une majoration s'impose donc et je demande à la Chambre de la fixer à 20 pour 100.

Pour les villes de province, dans lesquelles ne serait pas le siège régional, il serait préférable, afin de permettre le développement des abonnements, de laisser au directeur régional la liberté d'appliquer pour les frais de déplacement, soit l'article XV du règlement, soit de majorer le tarif d'une quantité qu'il jugera convenable pour tous les abonnés de la même ville.

Tels sont, Messieurs, les résultats de l'exercice 1895-96 et les modifications que l'expérience m'a montrées nécessaires pour affermir le développement de votre belle œuvre.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Émile Barrault, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

249584. — **Picard** et **Cruset.** — *Poussoir ou bouton de sonnerie électrique* (15 août 1895).

249848. — **Société Brown, Boveri** et **Cie.** — *Dispositif de commande électrique pour métiers à tisser* (24 août 1895).

249782. — **Heurtebise.** — *Servo-moteur principalement destiné à la mise en marche automatique d'une dynamo actionnant un ascenseur hydro-électrique* (21 août 1895).

249859. — **De Dion, Bouton** et **Société Bassie** et **Michel.** — *Dispositif d'allumage électrique pour moteurs à explosion* (24 août 1895).

249750. — **Renard** et **Lucas.** — *Horloge électrique à contact instantané* (22 août 1895).

249829. — **Société Japy frères.** — *Contrôleur électrique de rondes* (23 août 1895).

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

32 778. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

5e Année. — N° 102 25 Mars 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Les rayons X. — Si l'engouement commence à se calmer en Europe, il est à son apogée en Amérique, et nos confrères des États-Unis ont leurs colonnes remplies d'ombres radiographiques plus ou moins réussies obtenues dans les nombreux laboratoires de ce pays. Il n'y a à signaler, comme résultats nouveaux, que l'emploi d'ampoules en aluminium réduisant le temps de pose à *cinq secondes*, et l'emploi du tungstate de calcium comme corps fluorescent, bien supérieur, si l'on en croit une dépêche adressée par Edison à lord Kelvin, au classique platinocyanure de baryum. Les expériences continuent..., et les mémoires s'amoncellent !

Éclairage électrique de l'avenue de la République et de l'avenue Gambetta, à Paris. — L'installation de l'éclairage électrique de l'avenue de la République et de l'avenue Gambetta, à Paris, a été mise en marche le 7 mars 1896. Cet éclairage est produit par 108 lampes à arc système Eck, construites par la Compagnie générale de Travaux d'éclairage et de force (anciens établissements Clémançon) et installées sur candélabres type des boulevards.

Sur l'avenue de la République, c'est-à-dire de la place même au boulevard de Ménilmontant, les candélabres, au nombre de 45, sont disposés sur refuges au milieu de la chaussée, à une distance moyenne de 40 m les uns des autres ; à partir du boulevard de Ménilmontant jusqu'à la porte de Romainville, ils sont disposés en quinconce sur les trottoirs, la chaussée n'étant pas assez large pour permettre l'installation de refuges.

L'alimentation des lampes à arc est faite par la nouvelle usine du tramway électrique de Paris à Romainville qui va entrer sous peu en fonction ; c'est l'une quelconque des machines de cette usine qui devra servir à l'éclairage ; or, la tension de distribution adoptée pour le tramway étant de 500 volts, on a été conduit à monter les lampes par séries de 9, ainsi qu'on l'avait fait, du reste, à l'Exposition de Lyon en 1894, où la lampe a fait sa première apparition et a donné des résultats parfaits. Le courant est amené aux lampes par une canalisation souterraine de 5 km de longueur, composée de 2 câbles armés sur lesquels viennent se brancher en dérivation les différents circuits correspondant à chaque série de lampes. Dans le socle du premier candélabre de chaque série est installé un rhéostat avec commutateur, un coupe-circuit et un interrupteur permettant l'allumage de la série correspondante ; dans le socle de chacun des candélabres est installé un appareil dériveur remplaçant automatiquement la lampe

par une résistance de 4 ohms dans le cas où cette lampe cesserait de fonctionner par manque de charbons ou rupture d'un organe; de cette façon l'extinction accidentelle d'une lampe ne nuit jamais au fonctionnement des 8 autres lampes de la série, et si la cause qui avait éteint la lampe vient à disparaître, le dériveur lui permet de se rallumer automatiquement.

Le tramway électrique Paris-Romainville. — Par décret en date du 7 mars 1896 est approuvée la substitution à M. Claret de la Société anonyme dite *Compagnie du tramway électrique de Paris à Romainville*, comme concessionnaire du tramway de la place de la République, à Paris, à Romainville, dont l'établissement a été déclaré d'utilité publique par le décret susvisé du 18 août 1895. M. Claret demeurera solidairement responsable avec ladite Société des engagements qu'il a contractés envers l'État. Il est interdit à la Compagnie du tramway électrique de Paris à Romainville, sous peine de déchéance, d'engager son capital, directement ou indirectement, dans une opération autre que la construction et l'exploitation de la ligne de tramway mentionnée à l'article 1er, sans y avoir été préalablement autorisée par décret rendu en conseil d'État.

Les tramways électriques de Rouen. — L'inauguration officielle des tramways électriques de Rouen a eu lieu le 22 mars. Nous en parlerons en détail dans notre prochain numéro.

Tramway électrique entre Espaly et Brives-Charensac, par le Puy. — Par décret en date du 14 mars 1896 est déclaré d'utilité publique l'établissement, dans le département de la Haute-Loire, suivant les dispositions générales du plan ci-dessus visé, d'un réseau de tramways à traction électrique, destiné au transport des voyageurs et des marchandises, entre Espaly et Brives-Charensac, par le Puy, comportant les deux lignes ci-après :

Ligne n° 1. — De la mairie d'Espaly-Saint-Marcel à l'extrémité du pont sur la Loire, dans le village de Brives-Charensac;

Ligne n° 2. — De la place Cadelade (au Puy) à la cour de la gare de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

La présente déclaration d'utilité publique sera considérée comme nulle et non avenue si les expropriations nécessaires pour l'exécution dudit tramway ne sont pas accomplies dans le délai de deux ans à partir de la date du présent décret.

La ville du Puy est autorisée à pourvoir à la construction et à l'exploitation du réseau de tramways dont il s'agit, suivant les dispositions de la loi du 11 juin 1880 et conformément aux clauses et conditions du cahier des charges ci-dessus visé.

Est approuvée la convention passée, le 4 octobre 1895, entre le maire de la ville du Puy, au nom de ladite ville, et M. Pierre Farigoule, pour la rétrocession du tramway susmentionné, conformément aux conditions du cahier des charges annexé à cette convention.

Ladite convention, ainsi que le cahier des charges et le plan d'ensemble ci-dessus visés, resteront annexés au présent décret.

Le traité de rétrocession et le cahier des charges sont insérés à l'*Officiel* du 20 mars 1896.

Les installations électriques du canal de Jonage. — Nous apprenons que la *Société Lyonnaise des Forces Motrices du Rhône* vient d'adjuger ses travaux de distribution électrique à MM. Schneider et Cie. Ces travaux seront exécutés par le Creusot avec le concours des maisons Escher, Wyss et Cie pour les turbines, Brown et Boveri pour les dynamos, et Berthoud Borel pour les câbles. Les noms de ces divers constructeurs suffisent à assurer que l'entreprise de Jonage, la plus importante de ce genre qui existe en Europe, sera exécutée dans les meilleures conditions techniques. Les engagements pris par eux vis-à-vis de la Société des Forces Motrices garantissent l'achèvement des installations dans les délais prévus.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Bordeaux. — *Éclairage.* — La ville de Bordeaux a traité, il y a quelque temps, avec la Compagnie du gaz pour l'éclairage électrique des allées de Tourny, de la place de la Comédie, et, aussitôt qu'elle sera déblayée, de la place des Quinconces. Déjà, du reste, la Compagnie du gaz éclaire à l'électricité le Grand-Théâtre et, à cet effet, elle a établi une ligne souterraine allant de sa station rue de Condé au monument de Louis.

Depuis quelques jours on fait une nouvelle canalisation également souterraine, pour l'éclairage définitif des allées de Tourny et de la place de la Comédie. Le premier sera assuré par 24 lampes à arc, le second par 8. La canalisation aura son origine à la même station, rue de Condé, où une machine supplémentaire est installée.

Cette machine peut débiter un courant de 80 ampères sous une tension de 500 volts; elle alimentera aussi l'éclairage des Quinconces, qui sera organisé dans les mêmes conditions que sur les allées de Tourny.

Les câbles du système Siemens ont des sections variant entre 40 et 50 mm². Ils sont établis en tranchée le long des voies. Au pied de chaque candélabre, un branchement spécial aboutit à la lampe à arc.

Ces lampes, établies pour une intensité de 10 ampères, sont réunies par groupes de 8 en tension, elles sont munies d'appareils veilleurs évitant l'extinction complète du groupe si l'une d'elles venait à s'éteindre.

En ce qui concerne les Quinconces, le projet adopté prévoit, jusqu'à nouvel ordre, 24 lampes : 4 autour du monument des Girondins, 12 sur l'esplanade et 8 sur la balustrade des quais.

Tel est dans son ensemble le nouvel éclairage dont l'organisation se poursuit en ce moment.

Châtillon-sur-Indre (Indre). — *Éclairage.* — Dans un délai prochain, la ville de Châtillon sera dotée, paraît-il, d'une station centrale; nous apprenons, en effet, que dernièrement, une délégation dont faisait partie M. Soubzmain, maire de Châtillon, et M. Cailleron, premier adjoint, a visité avec M. Colin entrepreneur, les installations électriques d'Auxerre et de Toucy, dans l'Yonne.

A la suite de cette visite, le Conseil municipal a chargé MM. Schiltz et Marin, concessionnaires de l'éclairage électrique dans les villes citées précédemment, de l'installation de l'usine de Châtillon; l'exploitation leur en a été concédée pour une période de 25 années.

Un moteur à vapeur d'une puissance de 100 chevaux actionnera une dynamo et permettra d'alimenter 8 à 900 lampes à incandescence soit pour l'éclairage public, soit chez les particuliers. La commune de Clion-sur-Indre, située non loin de là, sera également éclairée électriquement.

On ne peut que remercier, dit le *Progrès de l'Indre*, l'honorable maire de Châtillon et les conseillers municipaux de la décision qu'ils ont prise de doter leurs concitoyens d'un éclairage perfectionné dont les applications se multiplient sans cesse. Il n'est donc point douteux que les châteaux, maisons bourgeoises et commerçants accepteront ce mode d'éclairage à la fois pratique et économique.

La Guadeloupe (Antilles). — *Éclairage.* — Nous apprenons que la municipalité de la Pointe-à-Pitre, se proposant de doter le plus tôt possible cette ville de la lumière électrique, a sollicité de la colonie la concession d'une chute d'eau de la Grande-Rivière, destinée à fournir la force motrice nécessaire au fonctionnement de la station centrale.

Le Havre. — *Traction électrique.* — A la suite des modifications apportées au tracé du tramway à traction électrique projeté entre le Havre et Montivilliers, le président de la Chambre de commerce propose de prendre au nom du bureau la délibération suivante :

« La Chambre de commerce,

« Vu la demande présentée par la ville du Havre à l'effet d'obtenir la concession avec faculté de rétrocession à la Compagnie française des voies ferrées économiques, d'une ligne de tramway à traction électrique du Havre à Montivilliers.

« Vu le cahier des charges, le traité de rétrocession, les plans et autres pièces à l'appui de cette demande;

« Vu le dossier de l'enquête d'utilité publique ouverte à la mairie de la ville du Havre en exécution d'un arrêté de M. le préfet de la Seine-Inférieure du 15 juin 1895;

« Vu l'article 3 dudit arrêté, par lequel, conformément au décret du 18 mai 1881, la Chambre est appelée à délibérer sur l'utilité et la convenance du projet;

« Considérant que les réclamations déposées à l'enquête par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, la Compagnie générale française de tramways et M. Félix Hubin, portent sur des questions techniques ou des points particuliers que la Chambre n'a pas à examiner;

« Considérant que toute amélioration dans les moyens de transport et de communication ne peut qu'être profitable aux populations;

« Qu'à ce point de vue le projet ci-dessus visé répond à la tendance de plus en plus marquée qui se manifeste vers une extension des relations entre le Havre, Montivilliers et les points intermédiaires; qu'il a, par conséquent, un caractère d'intérêt général incontestable;

« Émet l'avis qu'une suite favorable soit donnée à la demande de la ville du Havre.

« Cette délibération est adoptée. »

Lille. — *Éclairage.* — Depuis que l'éclairage électrique fonctionne place de la Gare, rues Faidherbe, des Manneliers et Grande Place (n° 94, **1895**, p. 495), il n'a pas donné tous les résultats qu'on était en droit d'en attendre. Les causes principales de ces défectuosités proviennent, si nous en croyons un écho du Nord :

1° De la hauteur trop grande des pylônes. Les pylônes installés ont, en effet, 9 m ainsi qu'en a décidé le Conseil municipal, alors que les candélabres des lampes de même intensité lumineuse installés tant à Paris qu'à Bruxelles n'ont pas plus de 5,50 m à 6,50 m de hauteur. Il faudrait donc changer les pylônes, ce qu'on ne peut songer à faire pour l'instant;

2° De l'opacité trop grande des globes dont le pouvoir absorbant est considérable; ces globes vont être changés. Trois déjà ont été remplacés, notamment sur la Grande Place, par des globes diffuseurs d'une transparence bien plus grande;

3° De la défectuosité des lampes à arc, ces lampes n'ont été employées qu'à l'essai, elles collent fréquemment, ce qui a pour effet de faire passer l'intensité de 15 ampères à 25 ou même 30 ampères; la rupture des plombs fusibles et par suite de fréquentes extinctions, en sont la conséquence. La Société se propose de les remplacer, elle a mis à l'essai à cet effet au laboratoire de l'usine trois sortes de lampe : Pieper, Bardon et Pilsen, qui prendront la place des types actuellement employés.

Ajoutons, pour compléter ces renseignements, que la Société d'éclairage électrique va commencer la pose d'une seconde canalisation qui, partant de l'usine, ira par la rue Saint-Martin, le quai du Wault et le square Jussieu se raccorder rue Nationale avec la canalisation actuelle.

Elle aura pour objet d'assurer le service au cas où des accidents analogues à ceux qui se sont produits au coin de la rue Esquermoise et de la Grande Place se renouvelleraient.

Ainsi donc, pour nous résumer, la période d'essai de l'éclairage électrique cessera bientôt et dès le mois prochain, la lumière électrique fonctionnera à la satisfaction générale.

Acceptons-en l'augure!

Lyon. — *Traction électrique.* — Les lignes de tramways à traction électrique ayant donné des résultats dépassant toutes les prévisions et en particulier ceux obtenus avec les modes de traction mécanique employés jusqu'ici, un développement considérable va leur être assuré, ce qui permettra à notre deuxième ville de France d'occuper le premier rang des villes d'Europe actuellement pourvues de la traction électrique. Nos lecteurs en jugeront du reste par l'extrait d'un rapport déposé sur le bureau du Conseil municipal et dont nous reproduisons les grandes lignes.

Art. premier. — *a. Substitution de la traction électrique à la traction animale sur tout le réseau rétrocédé par la ville à la Compagnie.*

b. Augmentation du capital social de cette Compagnie et émission d'obligations pour faire face aux dépenses de cette transformation.

c. Prolongement de la durée de la concession pendant 17 années et 45 jours dont deux années pour l'établissement des nouvelles installations, de telle sorte que la fin de la concession sera reportée du 17 mai 1921 au 30 juin 1938.

Art. 2. — Un délai de deux années à partir du décret approbatif est accordé à la Compagnie pour opérer cette transformation.

Art. 3. — Le système adopté sera celui par conducteur aérien avec trolley pour tout le réseau, sauf l'exception suivante :

Sur la ligne Perrache-Brotteaux, depuis la rue de la Barre jusqu'à l'aiguillage de la place Tolozan, la rue et place de la République, la place de la Comédie, la rue Puits-Gaillot, et sur la ligne place du Pont-Gare de Vaise, depuis la place des Cordeliers, au niveau de la rue de la Bourse, dans la rue de la République, la rue Bât d'Argent, la rue de l'Hôtel-de-Ville, la rue Lafont et la place des Terreaux, jusqu'à l'entrée des rues d'Algérie et Constantine, le système adopté sera celui du conducteur souterrain à grand caniveau.

Art. 4. — La Compagnie prolongera : 1° la ligne d'Oullins, de la place de la Charité au pont de la Guillotière; 2° dédoublera la ligne de Montplaisir sur le cours Gambetta prolongé jusqu'à la montée des Sables; 3° le point terminus de la ligne de Montplaisir sera reporté à l'avenue de l'Archevêché.

Art. 5. — Le type des voitures mises en circulation sera approuvé par l'administration municipale. Elle seront à rez-de-chaussée sans étages supérieurs, sur les lignes de Perrache-Brotteaux et Vaise-Guillotière. Sur les autres lignes, les voitures pourront avoir un étage supérieur, mais à la condition qu'elles soient *couvertes* et *fermées* pendant la saison d'hiver, de façon à mettre les voyageurs à l'abri des intempéries.

Les voitures ne contiendront qu'une classe unique; toutefois, la Compagnie pourra mettre en circulation, sur chaque ligne, des voitures de 1re et de 2° classes, sous la condition que ces voitures n'excéderont pas un tiers du nombre total.

Un arrêté municipal déterminera certaines prescriptions relatives au fonctionnement et à la circulation des voitures, aux mesures de sécurité et aux *arrêts* qui ne pourront avoir lieu *qu'en des points déterminés*. Une commission spéciale de six membres, nommée par l'administration municipale et

comprenant deux délégués de la Compagnie, sera chargée d'établir le type définitif de la forme et de l'ornementation des poteaux destinés à supporter les fils aériens.

Art. 6. — La Compagnie des tramways sera responsable des dégâts qui pourraient être occasionnés aux conduites souterraines par le fait de l'action électrique.

Art. 7. — Le tarif sera uniformément de 0,10 fr pour tout le trajet sur une ligne de ville jusqu'à l'extrémité de la commune, à l'exception des trains ouvriers et de théâtres. Pour les places de 1re classe, il sera de 0,20 fr.

Art. 8. — Sur toutes les lignes, pendant la première heure qui suivra la prise du service, il sera délivré des tickets de 2e classe à prix réduits de 0,15 fr et 0,30 fr, donnant droit à un ou deux trajets aller et retour, valables pendant toute la journée, mais devant être employés de suite pour le premier trajet.

Art. 9. — A la sortie des théâtres, il sera organisé un service spécial allant dans les directions arrêtées d'un commun accord entre la Ville et la Compagnie, au prix uniforme de 0,20 fr en 2e classe et 0,40 fr en 1re classe, dans l'intérieur de la commune de Lyon.

En dehors de la commune, les prix sont fixés au double de ceux du cahier des charges pour le service de jour.

Art. 10. — La correspondance pour une ligne du réseau est gratuite, et un arrêté spécial déterminera les conditions dans lesquelles sera délivrée cette correspondance, qui sera strictement personnelle et devra être employée de suite.

Art. 11. — La redevance à payer annuellement par la Compagnie est ainsi fixée :

1° Une somme de 80 000 fr.

2° Au delà du chiffre de 3 410 000 fr de recettes brutes, il sera perçu une redevance de 10 pour 100 sur le montant des recettes dépassant cette somme.

Art. 12. — La ville prend acte des propositions faites par la Compagnie en faveur de son personnel, etc.

Si, comme tout le fait espérer, ce projet grandiose voit sa réalisation, il aura pour conséquence d'entraîner avec lui dans la voie du progrès une série de villes encore hésitantes. Nous espérons aussi que notre capitale, guidée par son amour-propre, abandonnera ses antiques tramways et ses lourds omnibus, qui ressuscitent sur le pavé de Paris les diligences d'antan, et adoptera un mode de traction à la fois plus puissant, plus rapide et moins barbare.

Nontron. — *Éclairage.* — Depuis plus de quinze ans, toutes les municipalités qui se sont succédé à la mairie de Nontron se sont préoccupées de modifier l'éclairage défectueux de la ville qui emploie des lampes à pétrole, ou plutôt, de substituer à celui-ci un éclairage plus perfectionné.

Sous la municipalité actuelle, dit une feuille locale, la question a fait de grands progrès, et il y a lieu de penser aujourd'hui qu'elle est sur le point d'aboutir.

Dans une de ses précédentes délibérations, le Conseil, après une discussion approfondie, a décidé de poursuivre l'installation de l'éclairage électrique, tant pour le service de la ville que pour celui des particuliers. Conformément à cette délibération, et sur la demande de M. le Maire, des études ont été faites par M. Couvy, qui a dressé un avant-projet d'une usine hydro-électrique.

Il s'agissait, tout d'abord, de faire choix d'un moteur. — Emploierait-on un moteur hydraulique ou un moteur à vapeur?

La Commission a immédiatement écarté ce dernier système qui, s'il donne lieu à un capital de premier établissement peu élevé, demande une dépense annuelle très considérable, s'élevant à environ 11 ou 12000 fr; un moteur hydraulique, au contraire, nécessitera un capital de premier établissement plus considérable, mais la dépense annuelle serait bien moins élevée, et il sera possible de trouver les ressources nécessaires pour y faire face: ce dernier système a donc été adopté.

Les moulins ou usines établis aux abords de la ville, ne présentant aucun une chute assez élevée, et d'autre part, la quantité d'eau fournie par le Bandiat étant irrégulière, surtout en temps de sécheresse, il a fallu songer à obvier à ces inconvénients; aussi le projet comporte-t-il l'établissement d'un grand réservoir sur le lit du Bandiat, au lieu dit de Laroussie, afin d'obtenir la chute et la quantité d'eau nécessaires au fonctionnement du moteur.

Ce réservoir serait obtenu au moyen d'un barrage en maçonnerie, permettant d'obtenir une chute de 5,10 m, et il serait construit dans des conditions telles que toute crainte de danger soit écartée.

Le projet sera soumis, en effet, aux ingénieurs spéciaux, et avant son exécution, il devra recevoir l'approbation définitive de l'administration supérieure compétente.

Le projet auquel la Commission a donné la préférence, permettra d'établir une turbine développant 40 chevaux-vapeur, pouvant actionner une ou deux dynamos, et d'assurer ainsi l'éclairage public et privé de la ville.

Cet éclairage comporterait pour le service public: 1° 40 lampes de 16 bougies; 2° 6 lampes de 32 bougies; 3° 70 lampes de 10 bougies à titre de réserve.

Le service particulier comprendrait 400 lampes de 10 bougies ou un nombre équivalent de lampes d'intensités différentes.

Périgueux. — *Traction électrique.* — Le projet de tramways qui a été présenté à la Ville par la Compagnie Urbaine d'eau et d'électricité va être quelque peu modifié par suite de la difficulté qu'il y aurait à obtenir rapidement de l'État et du département l'autorisation de se servir des voies des tramways départementaux. Néanmoins, le projet présentant un développement assez important desservira, grâce à de nombreux détours, presque tous les points de la ville. L'énergie électrique sera fournie par l'usine électrique de la rue Victor-Hugo, qui sera à cet effet considérablement agrandie et pourvue de nouvelles unités. Ces installations seront faites sur les terrains que la Compagnie a achetés derrière son usine actuelle.

Tulle. — *Traction et éclairage.* — La ville de Tulle ayant décidé de demander à l'État, avec faculté de rétrocession, la concession d'un réseau de tramways électriques, a fait établir les projets d'un cahier des charges de concession et d'un traité de rétrocession. Les Sociétés ou entrepreneurs qui désireraient faire des propositions à la ville devront les adresser à M. le maire de Tulle ou les déposer dans les bureaux de la mairie. Un projet de cahier des charges relatif à la concession d'un service d'éclairage électrique a été également préparé par l'administration municipale de la ville de Tulle; les intéressés pourront en prendre connaissance au secrétariat de la mairie.

ÉTRANGER

Brünn (Autriche). — *Éclairage.* — La municipalité ouvre un concours pour l'établissement et l'exploitation d'une station centrale d'énergie électrique pour l'éclairage de la ville, la distribution de force motrice et le fonctionnement d'un tramway au besoin. Les propositions doivent être adressées au bourgmestre de Brünn.

Cagliari (Italie). — *Traction électrique.* — Nous apprenons que le Conseil municipal a approuvé la demande en concession d'une ligne de tramways à traction électrique destinée à desservir les divers quartiers de la ville. Avec ce projet on espère voir aussi réalisé l'éclairage électrique depuis longtemps attendu.

OBSERVATIONS

SUR LES AMPOULES DE RÖNTGEN

La plus grosse difficulté pratique que l'on rencontre dans les expériences de Röntgen, réside dans l'ampoule, dont les qualités sont extrêmement variables, non seulement par défaut de construction, mais encore par le fait même du fonctionnement.

On sait que les tubes de Crookes présentent un aspect différent selon le degré de raréfaction du gaz qu'ils renferment. Pour une certaine pression, la fluorescence jaune verdâtre atteint son maximum, or, jusqu'ici, on admet que cette fluorescence est inséparable de l'émission des rayons X. Pour une pression moindre, une lueur bleue se manifeste dans l'ampoule, particulièrement autour de l'anode, où elle forme parfois des sortes de nuages lumineux; dans cet état l'ampoule donne au point de vue photographique des résultats très mauvais. Lorsque la raréfaction est trop grande, la fluorescence diminue, mais il ne se produit pas de lueur bleue; une ampoule placée dans cet état sur une bobine plus puissante donne une fluorescence beaucoup plus vive; il n'y a de limite, dans cette augmentation de puissance, que le danger de voir les étincelles éclater entre les électrodes, *à l'extérieur de l'ampoule*, amenant ainsi leur rupture.

La crainte de la rupture fait que beaucoup de personnes recommandent l'emploi de bobines de faibles dimensions, quitte à augmenter le temps de pose; cette précaution n'est pas toujours applicable et il y a lieu de chercher si l'on ne peut pas mettre une bobine quelconque dans les conditions les plus favorables à une ampoule donnée.

Quelques fabricants désignent leurs ampoules par la longueur d'étincelles de la bobine avec laquelle il faut les exciter : cette méthode est très arbitraire; dans ce qui suit, nous appellerons longueur d'étincelles, la distance *d* comprise entre les deux boules de laiton d'un excitateur placé en dérivation sur l'ampoule, cette distance étant celle pour laquelle le courant passe indifféremment dans l'ampoule, ou entre les boules sous forme d'étincelles.

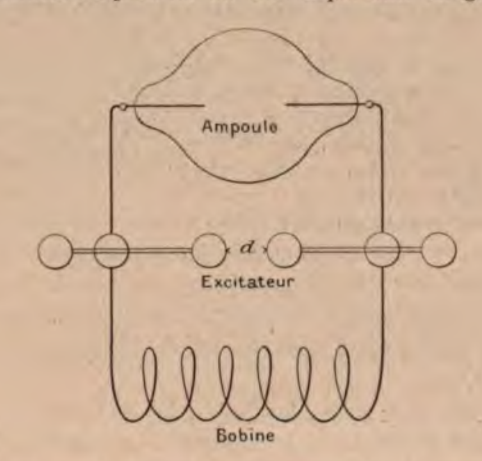
Les expériences ci-dessous ont porté sur deux ampoules fabriquées en Autriche et désignées par les indications : 120 et 30 mm d'étincelles.

Deux bobines ont été employées, l'une A donnant 20 à 30 mm d'étincelles, l'autre B donnant 60 mm.

L'ampoule de 120 mm ayant donné des résultats très différents selon qu'on la plaçait sur l'une ou l'autre des bobines, fut remplacée par l'ampoule de 30 mm qui avait été rejetée après quelques instants de service, parce qu'une lueur bleue très intense s'y était manifestée et qu'il était impossible de rien obtenir à 10 cm de distance ...ne pose de 15 minutes. Cette dernière fut placée ...onditions sur la bobine A, l'étincelle était de ...nt, mais au bout de 90 minutes elle s'élevait à 6 ou 7 mm pendant que la fluorescence devenait très vive et que la lueur bleue disparaissait.

Transportée à ce moment sur la bobine B, l'intensité de la radiation était telle qu'un excellent cliché de doigts était obtenu à 12 cm en 1 minute seulement. Au bout de quelques minutes de fonctionnement la fluorescence avait beaucoup diminué et la lueur bleue avait reparu, mais, placée sur la bobine A, l'ampoule reprenait rapidement ses qualités.

Cette expérience répétée à plusieurs reprises a donné des résultats toujours semblables; ce phénomène paradoxal met en évidence deux effets contraires dus au courant; quel est donc le facteur différent dans les deux bobines qui produit ce résultat? La longueur d'étincelles nécessaire étant toujours de beaucoup inférieure à ce que peut donner la bobine A, il est peu probable que la différence de potentiel ait joué ici un rôle important. Un galvanomètre intercalé dans le circuit de l'ampoule permit de constater que la bobine A donnait une intensité moyenne de 0,07 milliampère, tandis que la bobine B donnait dix fois plus.



Pour vérifier si l'intensité moyenne était le facteur capital de la transformation de l'ampoule, celle-ci fut placée sur la bobine B et l'intensité fut amenée à 0,7 milliampères en agissant sur le ressort de l'interrupteur; au bout de 2 minutes l'intensité s'élevait à 1,5 milliampère et la lueur bleue apparaissait. En détendant le ressort, on redescendait à 0,35 milliampère; dans ces conditions la lueur bleue seule restait visible; après quelques instants à ce régime l'intensité avait baissé à 0,07 milliampère, la fluorescence était réapparue.

L'alternance des phénomènes fut très nette sur cette ampoule, toujours une intensité élevée semblait détruire le vide, tandis qu'une intensité faible produisait la raréfaction.

Y a-t-il entre ces deux extrêmes une intensité telle que l'ampoule conserve ses qualités? c'est possible, mais nous ne l'avons pas vérifié, préférant mener l'ampoule à un régime excessif pour augmenter l'intensité des phénomènes, quitte à la régénérer ensuite par l'action d'un courant faible.

Lorsqu'on mesure simultanément l'étincelle et l'inten-

sité du courant, on constate que l'étincelle augmente moins vite que l'intensité, c'est ainsi que dans l'expérience précédente on avait :

0,07 milliampère et 7 mm d'étincelle.
0,70 — et 10 —

ces mesures étaient faites assez rapidement pour que les qualités de l'ampoule n'aient pas le temps de se modifier. La résistance apparente diminue donc quand l'intensité augmente, on observe le même phénomène avec les électrolytes, la variation de pression est peut-être due à une dissociation du résidu gazeux. L'augmentation de pression produite par le courant intense est peut-être due aussi à l'échauffement de la cathode qui facilite le dégagement du gaz occlus à sa surface, phénomène constaté bien souvent avec les premières lampes à incandescence.

Peut-on obtenir ces variations alternatives avec les ampoules de toutes provenances? et peut-on les répéter indéfiniment?

Il nous est impossible de répondre à la première question, ce n'est que quand des expériences nombreuses auront été faites sur des ampoules contenant des résidus gazeux différents, que l'on pourra avoir quelque certitude à cet égard.

La permanence du phénomène ne nous semble pas très assurée; en effet les ampoules que nous avons essayées ont manifesté à chaque expérience une augmentation de résistance apparente; de plus, des modifications se produisent à la longue dans l'aspect de l'ampoule et de la cathode.

Dans les deux ampoules citées, les cathodes sont des disques minces d'aluminium, grossièrement polis au tour; brillantes au début, ces cathodes n'ont pas tardé à présenter une coloration brune qui a gagné peu à peu du centre à la circonférence; en même temps la paroi la plus fluorescente de l'ampoule a pris elle-même une teinte brune assez visible; cette coloration, d'aspect non métallique, ne ressemble pas à celle produite par l'évaporation électrique. Si ces colorations sont dues à la combinaison du résidu gazeux dissocié avec la cathode, il est possible que le phénomène soit irréversible et que l'ampoule se transforme à la longue en tube de Hittorf.

H. Armagnat.

LE FACTEUR DE FORME
DES COURANTS ALTERNATIFS
PAR J. A. FLEMING (1)

Pour la construction des machines pour courants alternatifs et des transformateurs, on a souvent à s'occuper de la relation qui existe entre la valeur moyenne vraie, et celle de la racine carrée du carré moyen des ordonnées de la courbe d'un courant périodique. Il est assez pratique d'avoir une expression simplifiée de ce rapport. M. J.-A. Fleming propose à cet effet la dénomination : « *facteur* de forme ». Cette quantité est employée depuis longtemps déjà dans les recherches de Kapp, Roessler et autres, sur les courants alternatifs. Si l'on appelle f ce facteur de forme d'une courbe périodique quelconque, on aura :

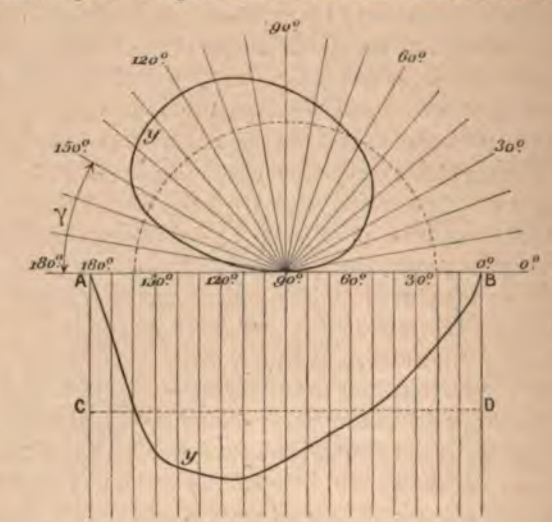
$$f = \frac{\text{valeur efficace}}{\text{valeur moyenne}}$$

des ordonnées d'une demi-période. Si l'on désigne en outre par y une ordonnée variable de la courbe et par $\frac{T}{2}$ la longueur d'une demi-période, on aura :

$$f = \sqrt{\frac{2}{T}\int_0^{\frac{T}{2}} y^2 \, . \, dt} : \frac{2}{T}\int_0^{\frac{T}{2}} y \, . \, dt.$$

On peut obtenir aisément cette valeur de f par une construction graphique, de la façon suivante :

On construit sur une horizontale la moitié de la courbe de la force électromotrice ou du courant. D'un point quelconque de cette horizontale, comme centre d'un système de coordonnées polaires, on construit le diagramme polaire représentant la même courbe. La surface



limitée par la courbe périodique divisée par la base AB du rectangle $ABCD$ de même surface donne la valeur moyenne des ordonnées de la courbe en question. D'un autre côté, le rayon du demi-cercle dont la surface est égale à celle du diagramme polaire, donne la valeur efficace des ordonnées de cette courbe.

En effet la surface du diagramme polaire peut s'écrire (fig. 1) :

$$\int_0^{\pi} \frac{y \, . \, d\alpha}{2} \, . \, y = \frac{\pi}{T}\int_0^{\frac{T}{2}} y^2 \, . \, dt.$$

La surface du demi-cercle est égale à

$$\frac{\overline{RO}^2}{2} \, . \, \pi.$$

(1) *The Electrician*, 10 janvier 1896, n° 9, 1896.

On tire immédiatement de ces considérations que

$$\overline{OR}^2 = \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} y^2 \, . \, dt,$$

c'est-à-dire que le rayon *OR* est égal à la racine carrée du carré moyen des ordonnées de la courbe périodique.

La valeur de ce facteur de forme est indiquée pour des courbes différentes dans le tableau ci-dessous :

COURBE.	RAPPORT ENTRE LA VALEUR MOYENNE ET LA VALEUR MAXIMA DES COORDONNÉES.	RAPPORT ENTRE LES VALEURS EFFICACES ET MAXIMA.	FACTEUR DE FORME *f*.
Sinusoïde.	0,637	0,707	1,1
Demi-cercle. . . .	0,7854	0,833	1,063
Triangle..	0,5	0,58	1,16
Rectangle. . . .	1,000	1,00	1,00
Demi-ellipse.. . .	0,785	0,816	1,039
Parabole, axe vertical.	0,666	0,730	1,096
Deux demi-paraboles se touchant par le sommet.	0,33	0,447	1,35

Plus la courbe est pointue, plus la valeur du facteur de forme augmente.

On sait que la perte dans le fer des noyaux et des culasses des transformateurs dépend du facteur de forme de la tension aux bornes du primaire : plus ce facteur est grand, plus cette perte diminue. Il n'est pas encore prouvé que des forces électromotrices de formes différentes, mais ayant les mêmes facteurs de forme, occasionnent des pertes par hystérésis égales, mais c'est très probable. Il est donc de toute nécessité d'indiquer le facteur de la forme de la tension, dans les essais que l'on fait en vue de déterminer expérimentalement la perte par hystérésis des transformateurs. Ce facteur de forme varie considérablement, suivant que la charge est inductive ou non, et, en particulier, quand les dynamos ont une grande réaction d'induit. C. B.

SUR L'EXCITATION

DES

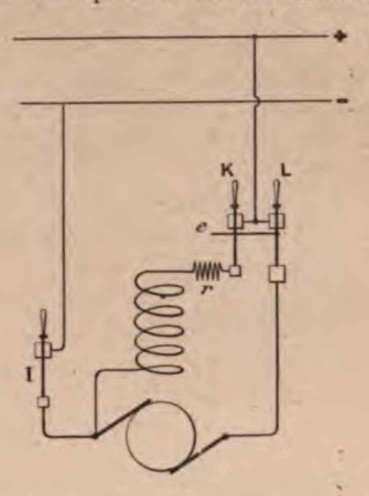
DYNAMOS GROUPÉES EN PARALLÈLE

Lorsque plusieurs dynamos travaillent en parallèle sur des conducteurs communs, comme c'est le cas dans la plupart des stations centrales, on branche quelquefois les inducteurs de ces machines directement sur les rails du tableau. On réalise ainsi deux avantages importants, qui sont une mise en charge beaucoup plus rapide de la machine, et l'impossibilité absolue d'un changement de polarité. Mais cette façon de procéder entraîne à une sujétion : au moment où l'on met la dynamo hors circuit, elle reste excitée, même après arrêt; on ne saurait, d'autre part, couper brusquement le circuit inducteur sans mettre en danger les isolants de la machine : il faut donc employer un rhéostat spécial pour ramener le courant inducteur à zéro.

Une machine dont l'excitation est branchée directement sur les balais perd son champ d'une façon lente et graduelle, sans aucun appareil accessoire, lorsqu'on arrête le moteur.

M. W. L. Doushea, de la New-York Edison C°, a cherché à concilier les avantages des deux systèmes dans le mode d'excitation que représente schématiquement la figure ci-dessous.

L'une des bornes des inducteurs est reliée directement au balai correspondant : l'autre est reliée au rhéostat, et de là à un interrupteur K à lame, qui permet de la mettre en communication avec l'un des rails. L'autre balai de la machine peut être mis en communication avec



le même rail, par un interrupteur L. Les deux interrupteurs K et L se manœuvrent séparément pour la fermeture du circuit : on ferme d'abord K, puis, lorsque le voltage a atteint la valeur normale, on ferme L.

Cette dernière opération a pour effet d'enclencher mécaniquement et électriquement les deux interrupteurs K et L ensemble, de telle sorte qu'ils ne peuvent plus s'ouvrir qu'en même temps. Ainsi, lorsque la dynamo sera mise hors circuit, elle restera cependant excitée, à travers les interrupteurs, et il suffira, pour laisser tomber l'excitation, de ralentir la machine à vapeur, comme dans le cas d'une dynamo ayant l'excitation branchée directement à ses balais.

Avant de remettre la machine en circuit, on aura soin d'ouvrir la pièce *e* qui établissait la communication entre les deux interrupteurs.

Dans le cas des distributions à trois fils, l'emploi de ce système simplifie les connexions entre la dynamo de réserve et le tableau. Un des pôles peut en effet rester en communication permanente avec le fil neutre, l'autre étant pourvu d'un interrupteur à deux touches qui permet, à volonté, de le mettre en communication avec l'un ou l'autre des conducteurs extrêmes. F. D.

INSTALLATION ÉLECTRIQUE

DE ZUFIKON-BREMGARTEN (SUISSE)

(*Suite et fin*[1].)

INSTALLATION DE LA SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES DE ESCHER WYSS ET Cie.

La Société Escher Wyss et Cie, dont les ateliers sont situés près de Zurich, et représentés figure 14, est, avec une puissance de 400 chevaux, l'abonné le plus important de la station de Zufikon-Bremgarten. Une partie de l'installation de la Société Escher Wyss était déjà en fonctionnement au 1er avril 1894, avant la station centrale. Le matériel qui servait alors à produire sur place l'énergie électrique ne sert plus actuellement que comme réserve de secours.

L'installation de Escher Wyss est très intéressante et exécutée d'après les plus récents systèmes. Elle comprend un certain nombre d'ateliers isolés les uns des autres (fig. 13) et pour lesquels une distribution électrique de force motrice était tout indiquée. La station secondaire

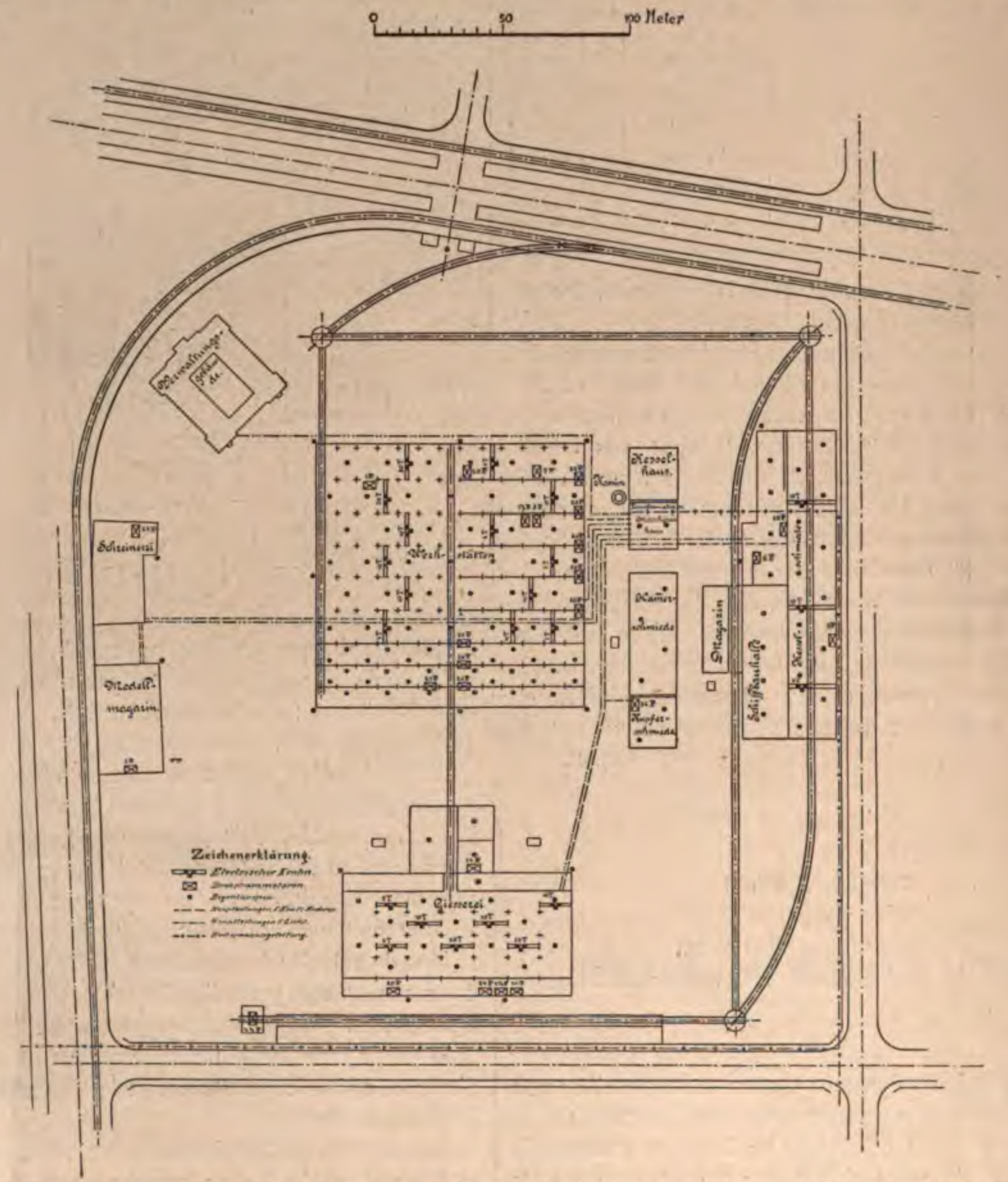


Fig. 13. — Ateliers d'Escher Wyss et Cie, à Hard-Zurich. — Plan de l'installation de force motrice et d'éclairage. — Échelle 1/3000.

se trouve dans l'ancienne salle des moteurs, le courant pouvant être fourni soit par la station primaire de Zufikon, soit par les machines génératrices de réserve actionnées par des machines à vapeur.

Transformateurs. — Dans une enceinte séparée du reste de la station secondaire se trouvent les deux transformateurs d'une puissance de 200 kilowatts chacun, recevant le courant à haute tension de Bremgarten. La tension est réduite à 200 volts composés, soit 115 volts

---

[1] Voy. *l'Industrie électrique*, n° 99, p. 56.

par phase. Ces transformateurs sont composés de trois noyaux de feuillard doux disposés parallèlement suivant les arêtes d'un prisme triangulaire et réunis à leurs extrémités par deux anneaux également en feuillard. Les bobines primaires et secondaires sont enroulées à part et parfaitement isolées. On les place ensuite concentriquement sur les noyaux de fer, en interposant un cylindre et des disques isolants. Ces transformateurs présentent

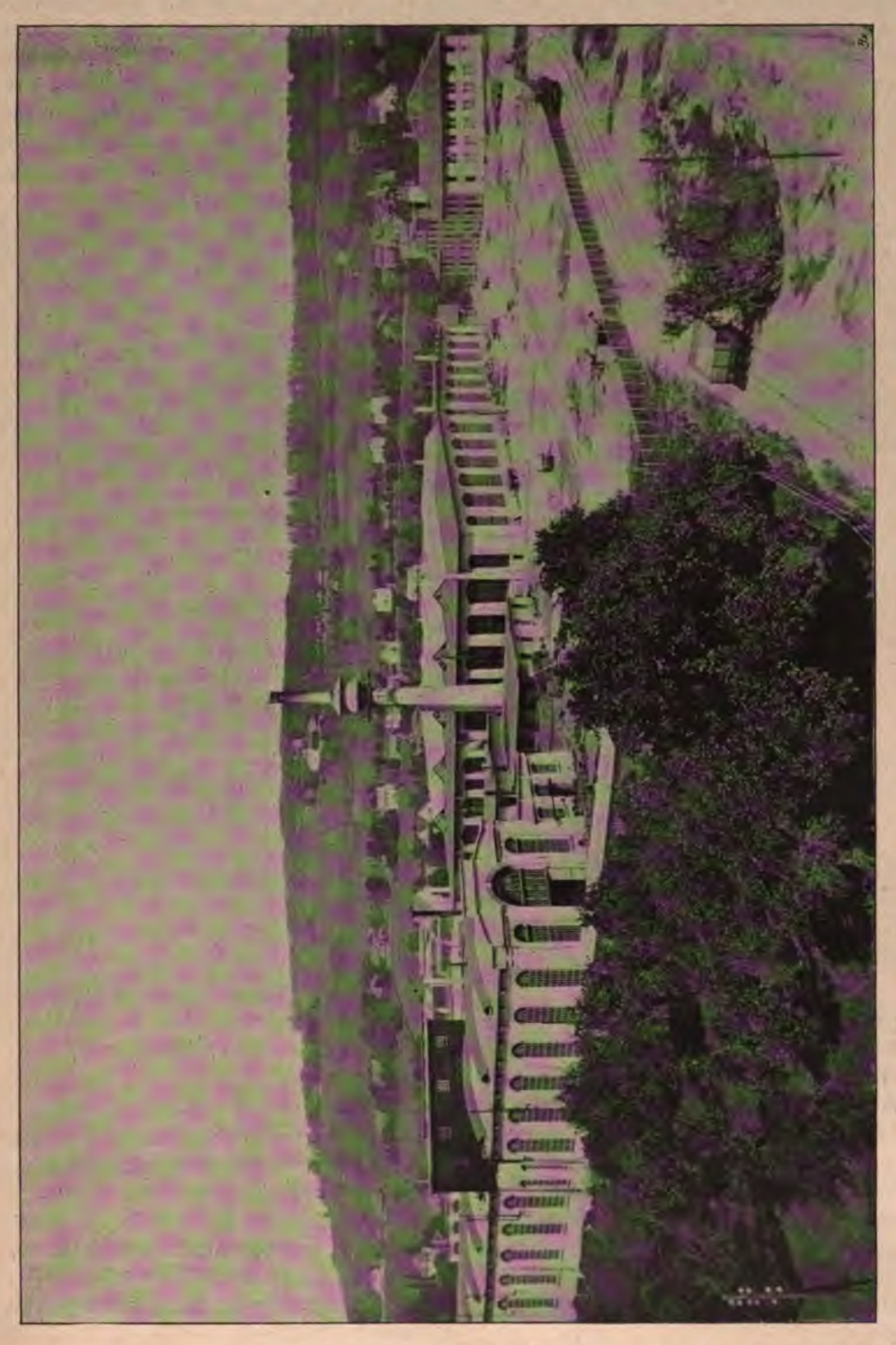


Fig. 11. — Vue générale des ateliers d'Escher Wyss et Cie, à Hard-Zurich.

en fonctionnement sur une tension primaire constante une perte de charge de 2 à 3 pour 100 pour la puissance maxima.

Dans l'enceinte des transformateurs se trouve également le tableau de haute tension avec interrupteurs, parafoudres et plombs fusibles, pour les circuits d'alimentation des transformateurs.

Alternateurs de réserve. — Le matériel de réserve comprend deux génératrices à basse tension à courant

alternatif, avec arbres horizontaux fonctionnant au moyen d'une machine à vapeur, par l'intermédiaire d'un embrayage. Leur vitesse angulaire est de 250 t:m. Ces machines sont à induit fixe, avec enroulement composé de fortes barres de cuivre encastrées dans le fer de l'induit à très faible distance de la circonférence intérieure. Cette disposition permet d'éviter complètement les courants de Foucault, ainsi que l'ont démontré des essais faits avec des barres de 50 mm de diamètre. L'inducteur est mobile à l'intérieur de l'induit et est du type d'Oerlikon à une seule bobine excitatrice. Chacune de ces génératrices possède une excitatrice montée sur le même arbre, les inducteurs de celle-ci étant fixés à l'un des paliers. Le nombre des pôles inducteurs est de 24, et le nombre de conducteurs induits de 144.

Machines pour l'éclairage. — Il y a encore dans la salle des machines 2 génératrices à 6 pôles, à courant continu, débitant chacune 500 ampères sous 120 volts et tournant à 480 t:m. Ces deux machines servent pour l'éclairage des ateliers, qui ne comprend pas moins de 130 lampes à arc et 800 lampes à incandescence.

Machine à vapeur. — Les génératrices à courant continu, ainsi que les alternateurs de réserve, sont actionnés par une machine à triple expansion avec distribution de vapeur système Fricard. Cette machine, construite par les ateliers d'Escher Wyss, fait 85 t:m.

Tableau de distribution. — Le tableau représenté figure 15 a une longueur de 5 m et est partagé en trois

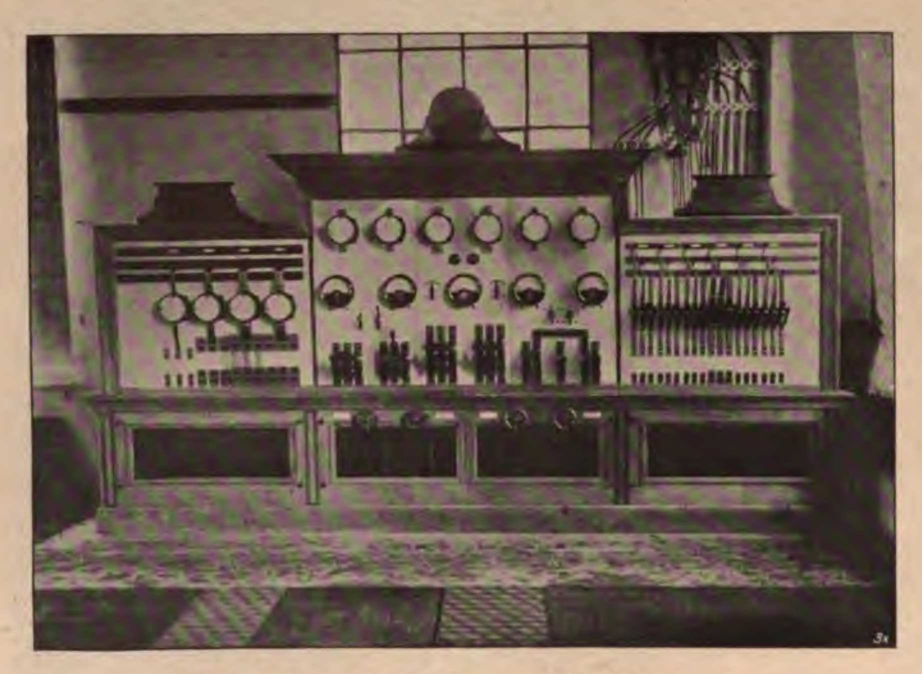


Fig. 15. — Ateliers d'Escher Wyss et Cie. — Tableau de distribution.

panneaux. La partie de droite sert pour la distribution de lumière, celle de gauche pour la distribution de force motrice, et la partie du milieu est réservée pour les 2 génératrices de réserve, les 2 machines à courant continu pour l'éclairage, et le secondaire des 2 transformateurs. Cette partie porte également les instruments de mesure et différents commutateurs et interrupteurs.

La distribution de lumière se fait à 3 fils, une machine sur chaque pont. Un commutateur sert pour transformer cette distribution en distribution à 2 fils, ce qui permet de n'avoir qu'une machine en service aux heures de faible consommation.

Le tableau permet de faire travailler, séparément ou en parallèle, les génératrices de réserve et le secondaire des transformateurs. Une chose remarquable est la facilité avec laquelle on opère, sans résistance de charge, le couplage en parallèle de ces génératrices avec le secondaire de transformateurs dont le primaire est alimenté par une machine placée à 20 km de là.

Canalisation. — La canalisation est en partie aérienne en fils nus, en partie souterraine en fils sous plomb placés dans des poteries, ces câbles sous plomb étant protégés par une enveloppe de jute.

La figure 13 donne le plan de l'installation de force motrice et d'éclairage, avec les canalisations.

Pour la distribution de force motrice, il y a cinq circuits comportant chacun, au tableau, trois plombs fusibles et un ampèremètre.

Pour la distribution de lumière qui se fait à 3 fils, il y a 7 circuits ayant chacun sur le tableau, outre des plombs fusibles, un interrupteur à 3 pôles.

Les poteries renfermant les conduites souterraines sont placées à environ 80 cm de profondeur. Chaque circuit,

soit pour les moteurs, soit pour la lumière, se compose de 3 câbles simples. Les fils aériens sortent de la salle des machines par une tourelle; ils sont posés sur isolateurs en porcelaine, montés en partie sur consoles en fer, en partie sur poteaux en bois.

La tension de distribution assez basse, de 200 volts composés pour les moteurs, amène à une assez grande intensité de courant, ce qui a obligé à mettre à la place de quelques fils pour lesquels la section nécessaire trop grande aurait amené un accroissement de résistance aux courants alternatifs, plusieurs fils de section plus faible.



Fig. 16. — Chaudronnerie.

Les conducteurs, dans l'intérieur des bâtiments, sont également en partie nus, en partie isolés.

Dans les bâtiments élevés, les fils supérieurs sont nus, en général; dans les locaux plus bas, ils sont isolés. Les dérivations ainsi que les fils montants sont toujours isolés.

Moteurs. — Les moteurs sont utilisés pour un grand nombre d'emplois divers, machines-outils, monte-charges, ponts roulants, etc.

La figure 13 montre l'emplacement des différents moteurs. Leur puissance varie de 1 à 100 chevaux.

Les moteurs suivants sont utilisés pour le fonctionnement des différents ateliers :

LOCAL.	MOTEURS		TOTAUX	
	NOMBRE.	PUISSANCE EN CHEVAUX.	NOMBRE DE MOTEURS.	PUISSANCE EN CHEVAUX.
Chaudronnerie. . . .	1 1 1	100 9 6	3	115
Marteaux et cuivre . .	1	36	1	36
Fonderie.	3 1	24 20	4	92
Menuiserie.	1	24	1	24
Ateliers.	10 2 1 2	20 9 3 1	15	223
TOTAUX.			24	490

Pour la manœuvre des appareils de levage, on emploie les moteurs suivants :

LOCAL.	MOTEURS		TOTAUX	
	NOMBRE.	PUISSANCE EN CHEVAUX.	NOMBRE DE MOTEURS.	PUISSANCE EN CHEVAUX.
Chaudronnerie. . . .	2 2 3 2	12 4,5 3 2	9	46
Fonderie.	2 3 3 3 3 1 3 1	18 9 6 4,5 3 2 1,5 1	21	117
Magasin des modèles.	1	3	1	3
Ateliers	3 5 4 1 6 5 3 1	18 9 6 4,5 3 2 1,5 1	28	161
TOTAUX.			59	327

Il y a donc, pour le fonctionnement des ateliers, 24 moteurs d'une puissance de 490 chevaux, et pour les appareils de levage, 59 moteurs d'une puissance de 327 chevaux, soit un total de 83 moteurs d'une puissance de 817 chevaux.

Le nombre des pôles et les vitesses angulaires sont les suivants pour ces différents moteurs :

Puissance en chevaux.	Nombre de pôles.	Vitesse angulaire en tours par minute.
1	4	1450
1,5	4	1450
2	4	1450
3	4	1450
4,5	4	1450
4,5	4 et 8	1450 et 725
6	6	970
9	6	970
18	6	970
20	10	575
24	6	970
36	6	970
100	10	575

Ces moteurs ont un excellent fonctionnement sous charge et supportent, sans inconvénient et sans variation sensible de vitesse, des surcharges momentanées de 20 pour 100. La variation de vitesse entre la pleine charge et la marche à vide ne dépasse pas 3 pour 100. Les moteurs jusqu'à 6 chevaux ont un induit dont l'enroulement est disposé en cage d'écureuil. Les types de plus grande puissance ont un induit avec enroulement en tambour. Ces moteurs ne comportant aucun contact glissant, ne possèdent, comme parties soumises à l'usure, que les paliers. Ceux-ci étant munis d'un graissage à bague, ne nécessitent que peu de surveillance. Chaque moteur possède un tableau avec un interrupteur à 3 pôles et 3 plombs fusibles. Les moteurs au-dessous de 9 chevaux sont mis en marche directement sans intercaler de résistance de démarrage. Au-dessus de 9 chevaux, une résistance à eau, intercalée dans le circuit inducteur, sert pour le démarrage. Les moteurs servant aux treuils des ponts roulants pour lever les charges, possèdent un rhéostat de mise en route. Ceux qui servent à donner le



Fig. 17. — Transmissions dans les ateliers.



Fig. 18. — Transmissions dans les ateliers.

mouvement longitudinal et le mouvement transversal n'ont que de simples interrupteurs, ainsi que ceux qui sont employés pour les ascenseurs.

Ponts roulants. — Il y a en tout 24 ponts roulants :

5	ponts roulants de	20 tonnes.
10	—	10 —
9	—	5 —

La figure 13 donne l'emplacement de ces appareils.

La construction des ponts roulants à commande électrique forme une spécialité des ateliers de construction d'Oerlikon, auxquels est due l'installation d'Escher Wyss. Ces ponts roulants sont caractérisés par quelques points intéressants : chaque mouvement (levage, déplacement longitudinal, déplacement transversal) est produit par un moteur spécial. La construction du chariot-treuil ainsi très simplifiée, l'est encore par l'emploi de transmissions à vis sans fin. Les Ateliers d'Oerlikon font un usage très général de cette transmission à vis sans fin qui, en raison de sa bonne disposition et des soins apportés à sa fabrication, donne des résultats très remarquables. Grâce à l'emploi de vis à plusieurs filets et à grand pas, munies de coussinets à grosses billes d'acier, ainsi qu'au taillage des dents de la roue dentée sur machines spéciales, avec fraises ayant elles-mêmes la forme d'une vis sans fin, et à un graissage parfait, le rendement de cette transmission est supérieur à 80 pour 100 et a même atteint à quelques essais 90 pour 100. Dans ces conditions, son emploi est tout indiqué pour un grand nombre de cas, car elle permet une très grande réduction, et donne une

marche silencieuse, en évitant les roues dentées tournant à grande vitesse.

Les vis sans fin sont en acier et les roues dentées en bronze phosphoreux ; le tout est enfermé dans une boîte remplie d'huile.

Le courant est amené aux moteurs par 3 contacts glissants placés à l'un des bouts du pont et prenant le courant sur trois conducteurs plats. Pour les ponts de 20, de 10 et une partie de ceux de 5 tonnes, une cage est suspendue au pont roulant du côté des prises de courant, et c'est de cette cage que se font les diverses manœuvres. Pour les autres ponts de 5 tonnes, les manœuvres se font d'en bas au moyen de cordes.

Le chariot possède deux moteurs, un pour le levage

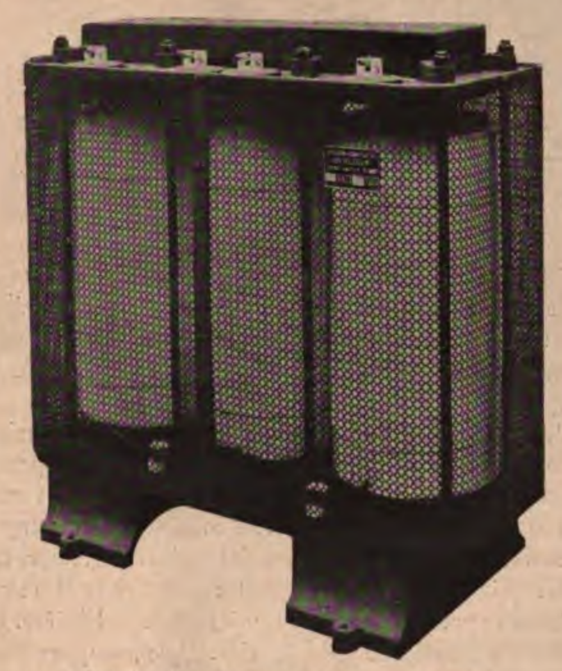


Fig. 19. — Transformateur à courants triphasés. Nouveau type d'Oerlikon.

de la charge et un pour le mouvement transversal. Le moteur pour le mouvement longitudinal est fixé sur l'un des côtés du pont. Les avantages de l'emploi de trois moteurs sont : la simplicité des renvois, la facilité de démontage et de contrôle des différentes parties, la simplicité des manœuvres ainsi que l'obtention d'un rendement élevé.

Les vitesses de déplacement sont : pour le mouvement longitudinal, 20 m par minute ; pour le mouvement transversal, 10 m par minute, et pour le levage, de 0,8 m à 1,5 m par minute, la vitesse du treuil étant réglable entre ces limites suivant le poids soulevé. Ce dernier point est avantageux pour la fonderie, car il permet d'exécuter plus rapidement la coulée.

INSTALLATION DE MM. MAGGI ET Cie, MOULIN DE LA VILLE, A ZURICH

La deuxième station secondaire, qui se trouve à peu de distance de celle d'Escher Wyss, est le moulin de la ville, appartenant à MM. Maggi et Cie. C'est le plus important moulin de la Suisse, et il utilise pour son fonctionnement une puissance de 250 chevaux. L'installation électrique est en service depuis le 1er janvier 1895.

Au rez-de-chaussée d'une tour adossée au moulin et ayant autrefois servi pour une transmission par câbles télédynamiques, est installée la station de transformateurs. Trois de ces appareils, ayant chacun une puissance de 120 kilowatts et un rapport de transformation de 1 à 20, reçoivent le courant de Wohlen, à 2500 volts par phase, et fournissent, par conséquent, au secondaire 125 volts. Les primaires et les secondaires de ces transformateurs travaillent respectivement en quantité. Ces transformateurs sont construits comme ceux de la station secondaire d'Escher Wyss. Un tableau installé auprès des transformateurs porte tout simplement des interrupteurs et des plombs fusibles. De ce tableau partent les câbles isolés conduisant le courant aux moteurs. 5 moteurs sont installés au moulin.

1	moteur de	100-120	chevaux, à. . . .	480 t : m.
2	—	50- 60	—	725 —
1	—	40- 50	—	725 —
1	—	20	—	575 —

Ces moteurs sont tous asynchrones et à basse tension. Ils ont été construits par les ateliers d'Oerlikon. Ils sont installés dans quatre locaux différents. Chacun d'eux est muni des instruments de mesure et de contrôle nécessaires. Ils tournent constamment jour et nuit, toute la semaine, et ne sont arrêtés que le dimanche pour le nettoyage. Leur fonctionnement est très satisfaisant et n'est aucunement influencé par la grande quantité de poussière produite dans le moulin.

INSTALLATION DE LA COMMUNE DE WOHLEN

La concession pour l'établissement de la station primaire de Zufikon-Bremgarten a été accordée à la con-

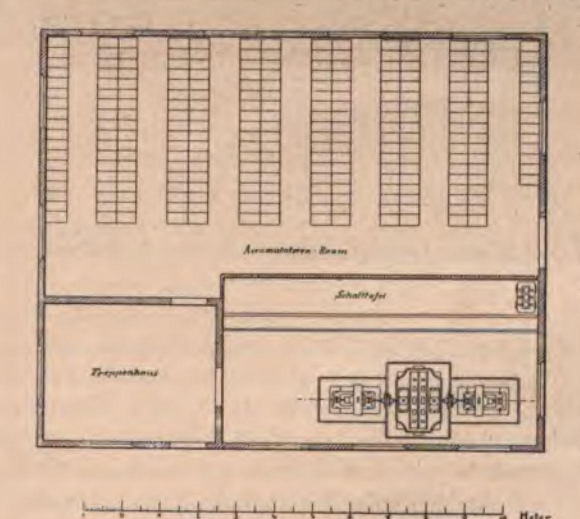


Fig. 20. — Plan de la station de Wohlen.

dition, pour la station de Zufikon, de fournir à bon marché au canton d'Argau une partie de l'énergie totale.

La commune de Wohlen, placée à 7 km de Bremgarten, utilise cette énergie pour l'éclairage et la force motrice, et pour que cette utilisation se fasse d'une façon continue, le courant triphasé est transformé en courant continu, avec lequel on charge une batterie d'accumulateurs.

La ligne amenant le courant à Wohlen se compose de 3 fils de 4 mm de diamètre, et est installée comme la ligne de Zurich.

Le courant destiné à l'alimentation des moteurs est fourni par un transformateur de 30 kilowatts, donnant au secondaire une tension simple de 120 volts. On ne transforme en courant continu que le courant devant servir pour l'éclairage. On emploie pour cet usage un moteur synchrone de 60 chevaux, directement alimenté par le courant à haute tension; la vitesse angulaire est de 500 t: m. Deux génératrices à courant continu sont couplées directement et de chaque côté du moteur synchrone, et fournissent un courant de 190 ampères sous



Fig. 21. — Tableau de distribution de la station de Wohlen.

125 volts, ou 60 ampères sous 180 volts. La distribution est faite à 3 fils, avec deux batteries de 61 accumulateurs, chacune étant chargée par l'une des machines à courant continu. La capacité des batteries est d'environ 500 ampères-heure. La figure 20 donne le plan de la station de Wohlen, et la figure 21 celui du tableau de distribution.

L'emploi de deux systèmes différents de distribution pour la force motrice et la lumière oblige à avoir 2 réseaux distincts. La canalisation est aérienne et les fils des 2 réseaux sont montés sur les mêmes poteaux.

L'éclairage public de Wohlen comprend 80 lampes à incandescence de 25 bougies et 10 lampes à arc. L'éclairage privé compte 1400 lampes de 16 bougies.

P. Gasnier.

SYSTÈME DE RÉGULATION DES LAMPES A INCANDESCENCE

Une lampe à incandescence constitue un appareil qui ne fonctionne avec un rendement convenable qu'à une puissance déterminée; au-dessous de cette puissance, le rendement décroît rapidement, et il devient nul pour un régime où la puissance dépensée est encore une fraction très notable de la puissance normale. Sous ce rapport, la lampe à incandescence est inférieure au brûleur à gaz, qui fonctionne à toutes les intensités lumineuses, ou du moins entre de larges limites, avec un rendement à peu près constant.

Cet état de choses est encore aggravé par le fait que la variation d'intensité lumineuse d'une lampe à incandescence se fait ordinairement en entraînant une dépense d'énergie dans un rhéostat, c'est-à-dire en dehors de la lampe elle-même.

M. D. Mc Farlan Moore a essayé de supprimer au moins cette dernière perte, et imaginé en 1893 un appareil consistant en une sorte de trembleur, mis en circuit avec la lampe. Le rôle de cet appareil consiste à interrompre le courant pendant une fraction déterminée du temps, les interruptions étant suffisamment rapides pour être sans influence appréciable sur la continuité de la lumière. Le trembleur fonctionne dans le vide. Il se compose d'un petit électro-aimant, de 12 mm environ de diamètre, agissant sur une armature légère, fixée à un ressort, et qui est chargée d'ouvrir et de fermer le circuit à la façon d'un mécanisme de sonnerie.

L'ensemble (sauf l'électro-aimant) est contenu dans un tube de 25 mm de longueur et de 7 à 8 mm de diamètre. Malgré ces petites dimensions, l'appareil s'échauffe à peine, et l'étincelle de rupture est peu visible; il y avait donc tout lieu de penser que le rendement était très supérieur à celui d'une régulation par rhéostat; les mesures suivantes, effectuées comparativement pour les deux méthodes par M. A. Anthony, sont venues confirmer cette prévision [1].

Les colonnes 1 à 8 du tableau se rapportent au cas du rhéostat.

La colonne 1 indique l'intensité lumineuse en bougies anglaises; la colonne 2, la différence de potentiel aux bornes de la lampe; la colonne 3, la différence de potentiel aux bornes du rhéostat; la colonne 4, l'intensité du courant; la colonne 5, l'énergie absorbée dans la lampe;

[1] D'après l'*Electrical Engineer*.

la colonne 6, l'énergie absorbée dans le rhéostat; la colonne 7, l'énergie totale; la colonne 8, le pourcentage d'énergie économisée, comparée avec l'énergie totale pour la marche à intensité normale.

La colonne 10 donne le courant moyen qu'absorberait la lampe réglée par le trembleur, en supposant que ce dernier n'absorbe pas d'énergie. Enfin la colonne 11 indique les lectures d'un ampèremètre Weston en circuit avec la lampe, quand cette dernière était amenée, à l'aide de l'appareil Moore, aux intensités lumineuses de la colonne 1.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
17,0	115,0	0	0,62	71,50	0	71,5	0	0	0	»
10,0	104,0	11,0	0,53	55,12	5,8	60,9	14,6	22,7	0,48	0,53
7,8	99,5	15,5	0,50	49,8	7,8	57,6	19,2	30,1	0,45	0,50
5,6	95,0	20,0	0,47	44,7	9,4	54,1	24,1	37,3	0,39	»
4,0	91,0	24,0	0,45	41,0	10,8	51,8	27,3	42,3	0,36	0,38
3,2	85,0	30,0	0,42	35,7	12,6	48,3	32,3	49,9	0,31	0,32
1,1	75,5	39,5	0,36	27,2	14,2	41,4	41,9	61,8	0,24	0,26
0,33	65,0	50,0	0,30	19,5	15,0	34,5	51,6	72,6	0,17	0,19
0,14	57,5	57,5	0,265	15,2	15,2	30,4	57,3	78,7	0,13	0,15
0,02	45,0	70,0	0,20	9,0	14,0	23,0	67,7	87,3	0,08	»

Dans l'appareil employé, la tension du ressort était telle, que l'armature placée horizontalement, avec le contact en dessous, maintenait, par son poids, le circuit fermé, l'attraction de l'électro-aimant étant insuffisante pour soulever l'armature dans cette position, bien que le courant soit maximum. Si l'on tourne l'appareil de 180 degrés, de façon que le contact soit en dessus, le circuit est coupé, le poids de l'armature étant suffisant pour la maintenir abaissée. Dans les positions intermédiaires, le courant est interrompu plus ou moins rapidement suivant la position; on peut varier ainsi de 0 à 1 le rapport du temps de contact au temps total.

Pour les faibles intensités lumineuses (2 à 3 bougies), où le temps de contact est court, la lumière est aussi stable qu'avec un rhéostat; pour les intensités plus grandes, la régularité est moins bonne, et les lectures présentent quelque incertitude.

L'installation photométrique ne permettait pas la mesure des très faibles intensités lumineuses; mais on a constaté que le filament était encore visible avec une intensité de 0,05 ampère; en l'amenant au même point à l'aide d'un rhéostat, l'intensité nécessaire était 0,15 ampère.

F. Drouin.

M. Mc Farlan Moore a, depuis, utilisé son trembleur dans le vide à la production d'un éclairage spécial auquel il donne le nom de *lumière éthérique*. Les ruptures rapides et brusques de courant produites par son interrupteur dans le vide développent des forces électromotrices élevées dans des bobines de self-induction montées en dérivation sur une distribution électrique à 110 volts. Ces entre-courants excitent des tubes Tesla sans électrodes, et la lumière de ces tubes est suffisante pour obtenir un cliché photographique avec une pose de trois minutes. Malheureusement l'auteur ne donne aucun chiffre relatif à l'intensité lumineuse de ses tubes ni à la puissance consommée sur le réseau de distribution. Nous ne saurions donc encore accepter la lumière éthérique sans réserves.

N. D. L. R.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 9 mars 1896.

Rôle des différentes formes de l'énergie dans la photographie au travers de corps opaques. — Note de M. R. Colson, présentée par M. A. Cornu. (*Extrait.*) — Depuis la découverte des rayons X, de très nombreuses expériences ont été exécutées à la recherche de nouveaux moyens d'impressionner la plaque photographique au travers de corps opaques. Il en résulte aujourd'hui une certaine confusion, à laquelle on ne peut remédier que par une classification bien nette des effets variés produits sur la surface sensible par les différentes formes de l'énergie. Je vais résumer dans cette Note les règles à formuler d'après les résultats connus et d'après mes observations.

Ces formes de l'énergie peuvent se classer en : mécaniques, chimiques, calorifiques et lumineuses; il y aur lieu d'y ajouter la forme électrique lorsqu'on aura constaté son influence directe sans les transformations qui ramènent son effet à l'un des précédents. En outre, il faut classer à part les rayons X, en attendant que nous soyons fixés sur leur véritable nature.

1° L'action mécanique consiste en pressions ou frottements exercés par des corps durs en contact avec la plaque, et se traduit, au développement, par des traits noirs.

2° Il est facile d'isoler une action chimique; dans chaque cas, on peut prévoir d'avance le résultat d'après la nature des corps en présence. Le contact d'un corps capable de donner du noir, par la réduction ou transformation du composé d'argent, agit surtout lorsque l'humidité intervient. Par exemple, l'humidité qui provient de l'échauffement d'un cliché en contact avec la plaque peut contenir des proportions variables du révélateur ou de l'hyposulfite. Mais une influence chimique peut se produire aussi à sec; je citerai comme exemple le contact de l'encre sèche, qui, ainsi que je l'ai trouvé, insensibilise la couche par oxydation de la matière organique, et ménage des clairs dans le développement. Il en est de même toutes les fois que cette matière s'oxyde.

3° La chaleur sèche est capable de déterminer le travail préliminaire que le révélateur complète en noircissant le cliché.

Ainsi, en résumé, sur les parties de la plaque rendues humides par la vapeur provenant de l'enveloppe ou par la vapeur qui s'échappe de la gélatine et qui est emprisonnée sur la surface par un corps en contact, la chaleur produit une modification qui laisse ces parties en clair

dans le révélateur; l'effet est accentué par l'élévation de température.

Cette influence est importante, car elle tend à se manifester lorsqu'on emploie les rayons solaires directs ou les sources lumineuses à combustion, c'est-à-dire dans un grand nombre de cas.

4° Les radiations infra-rouges, si elles sont suffisamment intenses, impressionnent la plaque comme les radiations visibles.

5° Il est facile de reconnaître les rayons X, en emballant la plaque dans le papier noir et en disposant sur le trajet un carton épais ou une planchette, avec du verre et du fer, qui donneront du clair sur le fond noir dû aux rayons.

Ces indications permettent d'analyser ce qui se passe dans chaque cas et d'analyser les véritables causes des phénomènes observés.

Effets électriques des rayons de Röntgen. — Note de M. Auguste Righi, présentée par M. Mascart. — Je désire faire connaître quelques faits nouveaux, constatés en continuant l'étude de la dispersion électrique produite par les rayons de Röntgen.

1. Les rayons X agissent sur les diélectriques comme sur les conducteurs, c'est-à-dire qu'ils produisent la dispersion des charges électriques et, quel que soit l'état initial du diélectrique, ils lui donnent à la fin une charge positive.

La dispersion a lieu même lorsqu'une lame isolante à l'état naturel est portée dans un champ électrique, où elle reçoit les rayons X. C'est un fait analogue à celui que j'ai démontré autrefois pour le cas des rayons ultra-violets, et il se forme sur les points qui reçoivent les rayons actifs, une charge de signe contraire à celui de la charge dispersée. Voici une expérience qui démontre ce fait, et qui permet d'obtenir des *ombres électriques* par l'action des rayons de Röntgen.

Au-dessous du tube de Crookes est placée une feuille de carton noir horizontale, doublée par une lame mince d'aluminium communiquant avec le sol. Les rayons X, qui la traversent, tombent sur une lame d'ébonite placée à petite distance, qui porte une armature d'étain sur la face opposée. Cette armature communique avec un des plateaux d'un condensateur à air, dont l'autre plateau est en communication avec la cathode du tube de Crookes. L'anode de celui-ci communique avec le sol.

On place sur le carton la main étendue ou des objets quelconques, on met en action le tube pendant quelques minutes, puis on retire l'ébonite et l'on projette sur elle le mélange connu de soufre et minium. On voit apparaître alors sur l'ébonite une ombre électrique de la main ou des objets. Les os de la main ou les pièces métalliques se différencient par leur opacité plus grande [1].

En projetant, au lieu de deux poudres usuelles, un mélange de talc et de bioxyde de manganèse, le résultat obtenu ressemble le mieux à une photographie.

2. Pour mesurer l'intensité des rayons X au moyen de leur action sur les corps électrisés, je procède de la manière suivante :

Un disque de cuivre est en communication avec un électromètre de Mascart, et en même temps, par l'intermédiaire d'une colonne d'alcool absolu (longue de 0,8 m et de 0,1 m de diamètre) avec le pôle isolé d'une série de 2 à 10 petits accumulateurs. Le potentiel v_0 du disque descend à v_1 lorsque les rayons X tombent sur lui; et comme on constate que la différence $v_0 - v_1$ est sensiblement proportionnelle à v_1 (au moins entre certaines limites), on peut prendre $\frac{v_0 - v_1}{v_1}$ comme mesure de la dispersion.

En changeant, dans des proportions connues, la surface de la fenêtre par laquelle les rayons X sortent de la caisse métallique qui contient le tube de Crookes, la bobine, etc., j'ai vérifié que $\frac{v_0 - v_1}{v_1}$ est proportionnel à ladite surface et, par conséquent, à l'intensité de la radiation reçue par le disque.

De là, le moyen simple, très rapide et très exact par lequel je mesure l'intensité relative des rayons de Röntgen, l'absorption produite par les diverses substances, etc.

3. Le fait intéressant, découvert par MM. Gossart et Chevallier, de l'arrêt du radiomètre que produisent les rayons X, n'a plus lieu, suivant des expériences que j'ai répétées plusieurs fois, si l'on baigne parfaitement toute la paroi extérieure du radiomètre. Ce procédé empêche la formation d'une charge électrique localisée sur le côté de la paroi tourné vers le tube de Crookes. Il paraît donc que le phénomène de l'arrêt est dû à la force électrique provenant d'une charge produite par les rayons sur la paroi. Du moins cette charge joue certainement un rôle important dans le phénomène de MM. Gossart et Chevallier.

4. J'ai étudié, enfin, la dispersion dans l'air raréfié. Le disque de cuivre du n° 2 (qui, pour l'expérience actuelle, est plus petit) est placé dans un récipient dans lequel on peut faire un bon vide. Le disque est entouré par une boîte métallique communiquant avec le sol, et dont une partie est en aluminium, pour que les rayons X puissent arriver sur le disque. Voici les premiers résultats obtenus.

J'ai constaté que la dispersion, mesurée par le rapport $\frac{v_0 - v_1}{v_1}$, devient de plus en plus faible, lorsque la pression de l'air diminue de plus en plus. Avec les rayons ultra-violets j'ai observé, autrefois, les indices d'un phénomène contraire.

J'ai constaté aussi que le potentiel positif final auquel le disque, pris à l'état naturel, est porté par les rayons X, croît avec la raréfaction.

Ce dernier phénomène est tout à fait semblable à celui que j'ai observé autrefois avec les rayons ultraviolets.

Sur quelques faits se rapportant aux rayons de Röntgen. — Extrait d'une lettre de MM. A. Battelli et A. Garbasso à M. Lippmann. — .... Nous sera-t-il permis de rappeler que, dans un travail publié dans le numéro de janvier du *Nuovo Cimento*, nous avions déjà, entre autres résultats, signalé les suivants :

On peut obtenir des rayons de Röntgen très vifs en

[1] On peut supprimer le condensateur à air, et charger l'armature de l'ébonite au moyen d'une petite machine électrique.

rendant fluorescentes, au moyen de la radiation cathodique, des substances minérales choisies à cet effet.

L'emploi du dispositif de Tesla diminue la durée de la pose. Nous avons même obtenu de bonnes photographies avec une pose de *deux secondes* seulement.

Nous avons indiqué plusieurs substances qui, par l'action des rayons de Röntgen, donnent une fluorescence même plus intense que celle produite par le platinocyanure de baryum.

Nous avons remarqué qu'au moyen de substances fluorescentes, placées derrière la plaque photographique, on peut abréger la durée de la pose.

Nous avons mis hors de doute l'existence de la réflexion (diffuse) et l'absence de la réfraction.

Sur quelques échantillons de verre soumis à l'action des rayons X. — Note de V. Chabaud, présentée par M. Lippmann. (*Extrait.*) — Six échantillons de verre mis en expérience étaient les suivants :

Fluorescence	(vert d'eau)	A, verre à base de soude, de potasse et de chaux.
—	(bleu)	B, cristal.
—	(vert d'eau clair)	C, verre ternaire à base de soude, de potasse et de chaux.
—	(vert jaune)	D, verre allemand.
		E, verre urane couleur claire.
		F, verre urane couleur très foncée.

Le cliché développé permet de constater que :

1° Les trois verres A, C, D sont les plus perméables aux rayons de Röntgen, et cette perméabilité est très grande ;

2° Le cristal est réfractaire ;

3° Les deux échantillons verre urane se sont laissé traverser plus difficilement que les trois verres A, C, D ;

4° Le verre urane le plus foncé a été plus réfractaire que le verre urane de teinte claire.

L'opacité du cristal s'explique facilement par la présence du plomb. Le peu de transparence des échantillons d'urane ne s'explique guère qu'en admettant la présence de matières étrangères, l'arsenic peut-être.

On pourrait aussi trouver, dans ces résultats, une explication à cette remarque, qui a été déjà faite, que les verres à fluorescence bleue ne donnent pas de rayons de Röntgen ou en donnent peu. Ce pourrait être la paroi qui s'opposerait au passage de ces rayons. Le siège d'émission des rayons de Röntgen serait alors à l'intérieur du tube.

Sur les rayons de Röntgen. — Note de MM. Ch. Girard et F. Bordas, communiquée par M. d'Arsonval. (*Extrait.*) — Il semble résulter du travail des auteurs que les rayons de Röntgen émanent de l'anode et de la cathode, et que la fluorescence produite sur la paroi du tube de Crookes n'agit que faiblement sur les plaques sensibles.

Sur la technique de la photographie par les rayons X. — Note de MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans, communiquée par M. d'Arsonval. (*Extrait.*) — Nous avons indiqué déjà, et démontré par les épreuves que nous avons eu l'honneur d'adresser à l'Académie, l'augmentation de netteté qui résulte de l'emploi d'un diaphragme pour la photographie par les rayons X. Or, il est utile, si l'on veut éviter des tâtonnements et des mécomptes, de connaître avec exactitude la région du tube de Crookes qui fournit en plus grande quantité les rayons utiles et en face de laquelle le diaphragme doit être placé. Nous avons employé, à cet effet, un procédé très simple qui donne, par une simple expérience, des renseignements exacts sur la valeur relative des divers points du tube employé. (Voy. le dispositif aux *Comptes rendus*.)

De la comparaison de l'aspect de nos tubes avec les épreuves, il résulte que :

Les tubes de Crookes peuvent avoir des valeurs très différentes que l'on ne peut pas reconnaître à la vue ;

Les rayons X sont surtout émis par les régions dont l'aspect est jaune verdâtre trouble. Il existe dans nos tubes, en face de la cathode, une région obscure qui est la base d'un cône dont le sommet est une saillie située au centre de la cathode, région d'où n'émanent que très peu de rayons X ; c'est le centre de cette région obscure qui a toujours été sensiblement placé en face des centres du faisceau des tubes. Le tube n° 3 est à peu près également lumineux tout autour de cette région obscure, tandis que le n° 1 et surtout le n° 2 présentent, en un point de la périphérie de l'espace obscur, une région d'aspect plus trouble d'où les rayons X émanent en plus grande quantité. Cette région plus lumineuse se déplace quand on agit sur les rayons cathodiques intérieurs avec un aimant, mais conserve toujours la même position par rapport à l'électrode ; elle paraît donc due, non à un état moléculaire particulier du verre, mais à une excitation plus énergique par la cathode. De là l'utilité qu'il y aura, ainsi que l'a prévu M. Poincaré dès la découverte de M. Röntgen, à employer des électrodes concaves.

M. d'Arsonval ajoute les remarques suivantes :

L'ampoule de Crookes est très rapidement perforée, lorsqu'on emploie des courants intenses, au niveau du point où les rayons cathodiques frappent le verre, par suite de l'échauffement intense qui en résulte. J'évite cet inconvénient en plongeant cette partie de l'ampoule dans une capsule en celluloïd remplie d'eau. Le tout est très transparent pour les rayons X. En employant la haute fréquence et une ampoule très allongée, on n'a plus besoin d'électrodes : la capsule pleine d'eau sert d'électrode inférieure ; on constitue l'électrode supérieure en coiffant le haut de l'ampoule d'un manchon de caoutchouc également rempli d'eau. Dans ces conditions, l'ampoule ne contenant aucun corps métallique, ses parois ne se colorent pas et l'on peut pousser le courant sans aucun risque. Par ces dispositions, on arrive facilement à préserver l'appareil et à décupler sa puissance.

Sur les centres d'émission des rayons X. — Note du prince B. Galitzine et de M. de Karnojitzky, présentée par M. L. Cailletet. (*Extrait.*)

Une plaque de bois est divisée en carrés de 1 cm de côté; à chaque angle de ces carrés, on introduit de petits clous de même hauteur. Cette planche est placée sur une plaque photographique, contenue dans une enveloppe imperméable à la lumière ordinaire. Au-dessus des clous on dispose, à une très petite distance, des tubes de Crookes de formes diverses, en traçant sur la planche de bois les contours du tube au moyen d'un fil de plomb.

L'examen des épreuves ainsi obtenues permet de formuler les conclusions suivantes :

1° La surface d'émission est très petite;

2° Le centre d'émission ne correspond pas à la surface du tube, mais se trouve à l'intérieur, à une distance de quelques millimètres de la paroi;

3° Il est fort possible que, outre le centre d'émission, qui correspond à la cathode, il y en ait un autre qui dérive de l'anode.

Sur la direction des rayons X. — Note de M. Abel Buguet, présentée par M. Henri Moissan.

Les épreuves qui accompagnent cette Note ont été obtenues à l'aide de plaques photographiques couvertes de papier noir et d'une lame de liège dans laquelle sont piqués des clous de 2 cm. La plaque est à 6 cm, parallèle à un tube de Crookes cylindrique portant une électrode à un bout, tandis que la seconde s'épanouit à l'intérieur, près de l'autre extrémité.

La première épreuve a été obtenue lorsque l'électrode terminale faisait fonction de cathode. La fluorescence était vive autour de la cathode, bien moindre au delà de l'anode. Chaque clou a porté une ou plusieurs ombres, dont les directions montrent que les rayons X ne viennent pas de l'anode, mais des régions fluorescentes.

L'anode était à l'autre bout, lorsque les deux dernières images ont été obtenues; la fluorescence se voyait surtout au milieu du tube. C'est là que convergent les plus fortes pénombres dans l'épreuve.

Pour obtenir la troisième image, on a diaphragmé à l'aide de lames de verre épaisses, de façon à ne laisser découvert que le milieu fluorescent du tube. Toutes les ombres y convergent.

D'autres études du flux des rayons X, pour des distances croissantes de la plaque au tube, à partir du contact, ont donné les mêmes résultats, d'accord avec l'opinion de M. Röntgen : que les rayons X n'émanent pas directement des électrodes.

Accidentellement on observe sur les plaques les images de Trouvelot, lorsque des étincelles jaillissent des rhéophores vers les enveloppes de la plaque, ce qui est très fréquent lorsque plaque et tube sont très rapprochés.

Influence de la franklinisation sur la menstruation. — Note de M. E. Doumer, présentée par M. Bouchard. (*Extrait.*) — On a constaté que la franklinisation exerce une action sur la menstruation. J'ai pu profiter des ressources que m'offrait un service spécial d'électrothérapie, pour me livrer à une enquête portant sur un grand nombre de cas.

Cette enquête a porté sur 400 femmes, prises toutes à l'âge d'activité utérine : 342 étaient saines au point de vue utérin et venaient réclamer nos soins pour des troubles étrangers aux organes de la génération; les 58 autres présentaient des troubles divers de la menstruation, parmi lesquels dominait la dysménorrhée.

Sur ces 400 femmes, 374, soit 68,5 pour 100, ont vu leurs périodes menstruelles avancer sous l'influence de la franklinisation. Cette avance, surtout sensible pendant les deux premiers mois du traitement, a varié de deux à dix jours; elle s'est parfois prolongée pendant toute la durée du traitement et même continuée après sa cessation complète; 2 fois seulement il y a eu du retard; enfin, 124 fois, il n'y a eu aucune modification dans la date de l'apparition des règles.

L'augmentation du flux sanguin, sur ces 400 cas, a été constatée 308 fois, soit 77 pour 100. Elle s'est manifestée surtout pendant les premiers mois de traitement.

Sur ces 400 femmes, 178 se plaignaient de douleurs plus ou moins vives au moment des règles, soit la veille, soit le jour de leur apparition, soit pendant toute leur durée. 130 se sentirent soulagées, soit 75 pour 100. Les douleurs menstruelles cessèrent, en général, dès les premières séances pour ne plus revenir.

Le simple bain statique suffit, en général, pour obtenir ces résultats; cependant l'effluvation ou bien la friction dans la région des lombes les produit plus rapidement et avec une intensité plus grande. Les pôles ne paraissent pas avoir d'action différentielle bien marquée. Je me suis servi, dans ces recherches, d'une machine statique genre Wimshurst, donnant une différence de potentiel de 160 000 volts et ayant un débit de 12^{-6} coulombs par seconde.

Séance du 16 mars 1896.

Sur un nouveau carbure de zirconium. — Note de MM. H. Moissan et Lengfeld. (*Extrait.*) — La zircone pure et le charbon fournissent, lorsqu'ils sont chauffés au four électrique en dehors de l'arc, un carbure de zirconium de formule CZr bien cristallisé et non décomposable par l'eau, de 0° à 100°.

Ce fait est assez curieux, car le zirconium, qui, dans la classification de Mendéléeff, se rapproche du thorium, présente avec lui quelques différences, puisque son carbone possède une grande stabilité, tandis que le carbure de thorium décompose l'eau froide avec production d'acétylène, d'éthylène, de méthane et d'hydrogène.

M. Alexis de Tillo fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. Mascart, des *Tables fondamentales du magnétisme terrestre* qu'il vient de publier.

En déposant cet ouvrage sur le bureau, M. Mascart ajoute les remarques suivantes :

Les *Tables fondamentales du magnétisme terrestre*, publiées par M. le général de Tillo, représentent un véritable inventaire, emprunté aux sources les plus autorisées, des observations magnétiques faites à la surface du globe.

La première partie est relative à la répartition des éléments magnétiques sur la surface du globe à différentes époques, de 1540 à 1885; elle est destinée à rendre les plus grands services pour des recherches qui sont très difficiles sur les cartes elles-mêmes.

La seconde partie est consacrée aux isanomales; elle comprend les données numériques qui ont servi à M. de Tillo pour construire les cartes de son atlas des isanomales.

La troisième partie contient les éphémérides déduites des courbes de déclinaisons et inclinaisons, de 1550 à l'époque actuelle par interpolation, et par une extrapolation approximative jusqu'en 1950.

Les variations séculaires ont été ensuite calculées par périodes de cinquante ans pour la déclinaison et l'inclinaison.

Enfin une dernière partie renferme les éléments moyens du magnétisme rapportés aux longitudes et latitudes pour différentes époques.

L'œuvre considérable de M. de Tillo ne peut manquer d'être appréciée par tous ceux qui s'intéressent à la question importante du magnétisme terrestre.

L'Université de Glasgow invite l'Académie à se faire représenter à la célébration du cinquantième anniversaire du professorat de *Lord Kelvin* à cette Université.

M. Ellinger adresse, de Copenhague, une note relative à une expérience confirmant les résultats obtenus par M. Le Bon, sur la lumière noire.

M. Gino Campos adresse, de Gênes, une Note relative à quelques expériences destinées à montrer que les radiations émises par les corps fluorescents présentent les propriétés des rayons Röntgen.

BIBLIOGRAPHIE

Les accumulateurs électriques, par J.-A. Montpellier. — *A. Grelot*, éditeur de l'*Encyclopédie électrique*. Paris, 1896.

Louer un auteur de ce qu'il a mis dans un livre, c'est naturel; mais le féliciter de ce qu'il n'y a pas introduit peut paraître un peu singulier, d'autant plus qu'on pourrait aller fort loin dans cette voie et allonger indéfiniment une bibliographie. J'adresse cependant, tout d'abord, mes compliments à M. Montpellier de ne pas nous avoir ressassé, à l'occasion de cette nouvelle publication, toutes les définitions, tous les préliminaires que la plupart des auteurs semblent prendre plaisir à dénaturer à qui mieux mieux au début de leurs productions pour ne pas avoir l'air de copier purement et simplement ce qui est exact et essentiellement invariable.

Tout ce qui est pure théorie en est d'ailleurs à peu près systématiquement banni et le peu qui en subsiste pour l'élucidation du phénomène général est modestement groupé sous le titre de *Principe des accumulateurs*. Ce que l'auteur a cherché à faire avant tout, c'est un livre pratique qui comble une lacune depuis longtemps existante et d'autant plus regrettable que l'emploi de ces appareils, si imparfaits qu'ils soient, entre de plus en plus dans les applications, soit comme organes fixes indiqués dans bien des cas, soit comme éléments mobiles si éminemment souhaitables pour la traction et l'éclairage des voitures publiques.

Mettre les nombreux acheteurs ou possesseurs de ces précieux mais délicats instruments en mesure d'apprécier les données qui doivent guider leur choix, de les monter, les utiliser, installer les circuits qu'ils sont appelés à desservir, les charger, surveiller leur décharge, les entretenir et au besoin les réparer, pourvoir enfin aux installations privées ou de distribution qui exigent leur présence en assurant leur service par l'adjonction judicieuse des appareils de marche et de sûreté indispensables dans l'espèce, tel est le multiple objet de cet ouvrage; telles en sont aussi les principales divisions.

Nulle publication ne pouvait venir plus à propos et elle sera d'autant plus appréciée que, sans aucune prétention de purisme, les saines notions de puissance, d'énergie, de quantité, parfois délicates en la matière, y sont très naturellement (à de bien rares lapsus près) sauvegardées et appliquées.

Le soin avec lequel ont été notamment étudiés et figurés les tableaux de distribution, les abondantes descriptions d'appareils qui, si accessoires qu'ils paraissent, sont de première nécessité, le nombre considérable de renseignements pratiques dont il fourmille, et jusqu'au format portatif et peu encombrant de ce petit volume, tout lui assure un succès que son fond même et son objet rendent des plus légitimes. Nous ne pourrons qu'y applaudir.

E. Boistel.

Les sources d'énergie électrique, par E. Estaunié. — Ancienne maison *Quantin*, Librairies-Imprimeries réunies. Paris, 1895.

De même que, dans le monde des arts, un peintre de portraits n'a pas acquis ses droits d'artiste tant qu'il n'a pas exposé au Salon une figure nue, de même aujourd'hui une librairie de quelque importance semble ne pas se considérer comme ayant droit au respect qui lui est dû si elle ne publie pas un ouvrage sur l'électricité. Après les Ollendorff, les Poussielgue, voici l'ancienne maison Quantin qui, sans parler de nos grands et moyens éditeurs scientifiques dont les noms ne sont plus à citer, prodigue aussi ses assiduités à la grande favorite du jour. Bonne fille d'ailleurs, comme le modèle du peintre, celle-ci se prête volontiers aux affublements les plus capricieux, et pose même moins souvent dans le simple costume de la Vérité, qui lui siérait mieux qu'à toute autre.

Aujourd'hui ce sont « Les Sources de l'énergie électrique », demain ce seront « Les Applications de l'énergie électrique », qui nous sont annoncées dans cette Bibliothèque des sciences et de l'industrie publiée sous la direction d'anciens élèves de l'École polytechnique. Ces titres sont d'un C.G.S. à satisfaire les plus difficiles, et nous devons reconnaître, avec le plus grand plaisir d'ailleurs, que cette pureté de doctrine fait chaque jour des progrès, au moins intentionnels, auxquels il ne manque

encore qu'une maturité, une digestion suffisantes pour passer sans effort et sans défaillances de la conception dans la pratique, c'est-à-dire dans l'application de l'expression juste coulant naturellement sous la plume.

Sous ces deux titres, l'un actuel, l'autre futur, les auteurs ont l'intention de résumer, en la rendant facilement accessible, la science électrique de nos jours dans ses manifestations industrielles. Le but est louable et il a été bien des fois déjà visé. Sera-t-il atteint par ces deux publications? Nous le souhaiterions; mais, sans anticiper sur les futurs contingents, sans parler d'avance de ce que nous ne possédons pas encore et pour nous limiter à ce que nous avons sous les yeux, sans vouloir d'ailleurs en quoi que ce soit être désagréable à M. Estaunié que nous ne connaissons pas, mais que nous avons, en dehors de sa valeur, des raisons d'estimer tout particulièrement, le titre de son livre nous paraît tout d'abord répondre incomplètement à sa conception et à son contenu. Nous y trouvons, en effet, sous une division en apparence très méthodique : Introduction (obligatoire) sur les définitions et unités, qui gagnerait en brièveté à un plus grand élargissement de vues; Sources électrochimiques (comprenant les accumulateurs); — électrocalorifiques; — électromécaniques; — électrophysiologiques de l'énergie; Transformateurs et Mesures —, deux chapitres qui nous choquent, celui des accumulateurs et celui des transformateurs. Sans doute les accumulateurs sont une source d'énergie électrique quand on les a chargés, au même titre qu'un réservoir plein renferme de l'énergie, et qu'une carafe remplie d'eau est bonne pour étancher la soif; mais personne n'a jamais songé à les citer comme sources d'énergie hydraulique. De même les transformateurs rendent des services analogues à ceux des engrenages; ces derniers ne sont pourtant pas des sources d'énergie mécanique dans la véritable acception du mot. Il y a là plus qu'une nuance, la consécration involontaire d'une erreur d'autant plus accentuée que, dans la préface, l'auteur nous annonce comme objet de son livre l'étude de la *production* de l'énergie électrique, et d'une erreur qui n'a malheureusement que trop cours dans le public auquel s'adresse cet ouvrage et qui se figure qu'avec *un accumulateur* il doit avoir le moyen de s'éclairer électriquement. J'aurais au moins aimé, étant donné le titre de la publication, la nécessité de parler de ces intermédiaires et le but visé, que cette distinction essentielle fût très nettement établie.

Je passe sur certains autres lapsus qui ont cependant leur importance, tels que celui qui fait dire que « quand l'équilibre, le niveau, est établi entre deux vases cylindriques communiquants, les volumes du liquide contenus dans chacun des vases sont proportionnels *à la capacité* de ces vases ». Il faut, pour cela, admettre que les vases reposant sur un même plan ont la même hauteur, ce qui n'est pas dit; et de plus la capacité n'a rien à faire dans l'espèce.

Mais il est deux ou trois autres points sur lesquels je regrette d'être obligé d'insister. Je sais bien que M. Estaunié n'est pas seulement un savant et un ingénieur distingué; il est aussi littérateur et a le mérite de signer très bravement de son nom ce qu'il écrit. Je ne suis pas un des derniers à apprécier hautement ce double mérite, à la condition toutefois que, dans les livres de science, le romancier ne prime pas l'électricien et ne leur donne pas *l'empreinte* de la fiction en nous faisant prendre le Pirée pour un nom d'homme. « *Atlas* et Verdier », y lisons-nous, « ont proposé des accumulateurs.... ». Je n'ai jamais su qu'Atlas existât ailleurs que dans la mythologie, trop fatigué aujourd'hui pour soutenir physiquement autre chose que nos cartes géographiques et moralement, à temps perdu, la réputation de certains accumulateurs. — Si fort, au contraire, que soit l'éminent M. Lippmann, ce n'est pas une raison pour charger ses épaules des travaux de M. d'Arsonval sur la torpille, etc.; ce dernier est de taille à ne pas fléchir sous le poids de ses œuvres. — Enfin, si ce n'est par comparaison relativement à un grand nombre d'appareils télégraphiques, avec lesquels il eût été bon d'établir la distinction, il n'est pas bien nécessaire de dire que « pour faciliter les mesures, on a l'habitude de graduer *en volts* les *volt*-mètres ». A moins de les graduer en mètres, je ne vois pas trop, d'après leur nom, comment on pourrait faire autrement.

Je suis peut-être dur pour un ouvrage qui, en somme, est fort bien présenté et dans l'édition duquel la maison Quantin a apporté un grand luxe extérieur un peu en contradiction avec certaines incorrections typographiques qui d'ordinaire ne sont pas son fait. Qu'on m'en croie, ce n'est pas pour le mesquin plaisir de critiquer plus fort que moi; mais, je ne saurais trop le répéter, plus la situation d'un auteur est élevée, plus le public auquel il s'adresse est inexpérimenté, plus, à mon sens, il doit éviter des incorrections qu'un instant d'inadvertance a laissé passer et qui se reproduisent ensuite indéfiniment sans qu'on puisse ultérieurement en retrouver l'origine.

Pardon et sympathie à qui de droit, et qu'à ces réserves près on lise cet ouvrage; on n'aura pas perdu son temps.

E. Boistel.

SYNDICAT PROFESSIONNEL

DES

INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

CHAMBRE SYNDICALE

Séance du 10 mars 1896.

Présents : MM. *Bernheim*, *Cance*, *Ducretet*, *Ebel*, *Geoffroy*, *Harlé*, *Hillairet*, *Meyer*, *Picou*, *Radiguet*, *Roux*, *Sartiaux*, *Violet*.

Excusés : MM. *Bénard*, *Juppont*, *Mildé*, *Portevin*, *Vivarez*.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Les personnes dont les noms suivent demandent leur *adhérence au Syndicat* :

M. *Couturier* Ludovic, électricien, 39, rue de la Paroisse, à Versailles. — M. Albert *Meyer May*, ingénieur de la Société industrielle des Téléphones, 54, rue de Prony. — M. Henri *Freundler*, chef du Bureau de vente du matériel Thury construit par MM. Schneider et Cie, 50, boulevard Haussmann.

M. LE PRÉSIDENT informe la Chambre qu'il a reçu la visite de M. Dinet, auquel il a fourni divers renseignements concernant la *Taxation par l'octroi du charbon employé à fournir de l'éclairage électrique*. M. Dinet doit déposer prochainement son rapport sur le différend survenu entre M. Lahure et l'Administration de l'octroi.

La Commission des transports s'est réunie une fois; elle entendra la lecture du mémoire du rapporteur dans une seconde séance.

M. POSTEL-VINAY n'a pas encore convoqué la *Commission des adjudications* qui avait été formée sur sa demande. Dans ces conditions et vu l'opportunité de la question, la Chambre décide, sur la proposition du Président, de prier M. Vivarez de réunir ladite Commission.

M. ROUS, à Prades, consulte le Président au sujet d'un PROCÈS que lui intente un de ses voisins à cause du bruit que produisent les engrenages de son usine. M. Rous expose la situation et les conditions dans lesquelles fonctionne son usine. La Chambre estime qu'elle ne peut intervenir, parce qu'une affaire judiciaire est pendante. Elle pense que M. Rous ne pourra se dispenser de recourir à une expertise.

L'attention de la Chambre est appelée par une communication de M. P. MALLET, Président du Syndicat professionnel de l'industrie du gaz, sur les lacunes de certains *Traités de concessions d'éclairage*, en ce qui concerne les clauses de rétrocession. Cette communication est remise pour étude à la Commission des affaires contentieuses.

La Chambre s'occupe ensuite de l'*Exposition d'électricité domestique*, organisée par la Société internationale des électriciens. Cette Exposition aura lieu les 1er, 2 et 3 mai, dans les salles de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, 44, rue de Rennes. Les Membres du Syndicat recevront à cet effet une circulaire très explicite.

Enfin, en réponse à une demande de M. BERTOLUS, désirant savoir si un industriel était en droit de venir chez un concurrent, accompagné d'un officier ministériel et d'un commissaire de police, pour se rendre compte si cet industriel n'employait pas un procédé de fabrication appartenant au premier, la Chambre exprime l'avis que ce ne peut être qu'en vertu d'une autorisation rendue par le Tribunal, à la suite de dépositions suffisamment probantes.

RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

Nouveau parafoudre. — M. Ohlinger, à Paris, nous a présenté un nouveau parafoudre que nous croyons utile de faire connaître à nos lecteurs. Il est constitué par une sorte de condensateur à grande surface, formé par des plaques en tôle étamée D (fig. 1), isolées les unes des autres par des rondelles en micanite E dépassant d'environ 2 mm les plaques en tôle pour éviter la formation d'arcs. On sait que la micanite est une nouvelle substance formée de lames minces de mica superposées et collées à la gomme laque, qui donne des résistances d'isolement très élevées. A la partie supérieure se trouve une plaque en tôle appuyant sur la plaque D et maintenue par la tige en cuivre A qui traverse tout l'appareil dans un manchon en stabilite C,C; à la partie inférieure cette même tige est isolée du socle par un écrou et une rondelle en stabilite. La

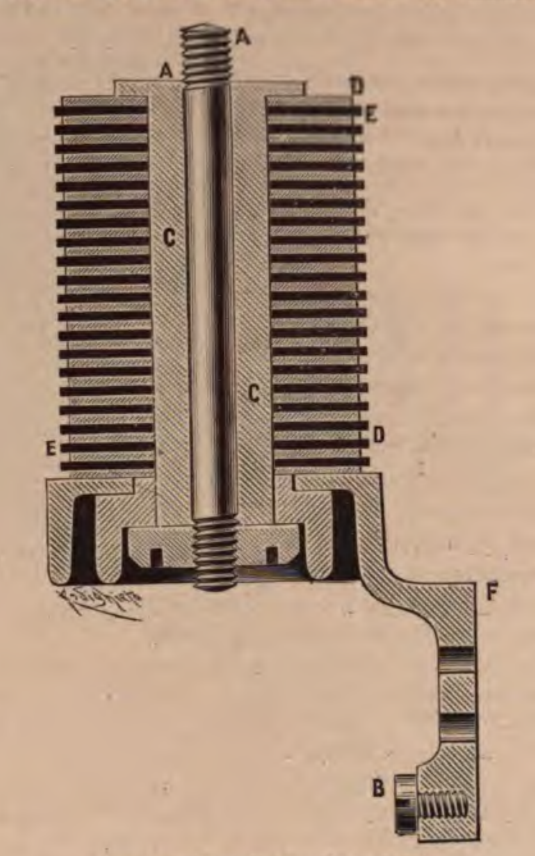


Fig. 1. — Vue intérieure du parafoudre.

dernière plaque de tôle étamée repose sur un socle de fonte de cuivre maintenu par un support F. Ce support présente deux ouvertures pour fixer l'appareil sur les poteaux et une vis B qui sert à relier le fil de terre La tige de cuivre A est



Fig. 2. — Vue du parafoudre recouvert de la clocne de porcelaine.

ensuite vissée dans une borne placée à la partie supérieure d'une cloche en porcelaine qui recouvre le tout, comme le montre la figure 2. C'est à cette borne dont nous venons de parler qu'est établie la prise de dérivation sur la ligne de distribution à protéger. Ce parafoudre peut convenir à des lignes à basse ou à haute tension. Il a été appliqué dans diverses stations et même sur des lignes à 10 000 volts et il a toujours donné de bons résultats. J. L.

Traitement des brûlures par le permanganate de potasse. — Nous avons signalé dans notre n° 90 du 25 septembre 1895, p. 419, le traitement à l'acide picrique, préconisé par M. le docteur Thierry. M. Albert Nodon a employé avec avantage une dissolution concentrée de permanganate de potasse, dans des cas de brûlures produites, par exemple, par des circuits électriques fortement chauffés, et il a pu constater chaque fois les heureux résultats produits par son application.

Il est nécessaire d'appliquer la solution de permanganate le plus rapidement possible, après l'instant de la brûlure : cette application doit être faite pendant plusieurs minutes. La partie malade prend alors une coloration noire, produite par le peroxyde de manganèse, la sensation vive de cuisson cesse presque aussitôt et, un jour ou deux après le traitement, les tissus détruits sont reconstitués et toute trace de l'accident a disparu.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Émile Barrault, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

249851. — **Amans.** — *Perfectionnements apportés aux phonographes* (24 août 1895).

249920. — **Stock.** — *Thermomètre électrique avec un ou plusieurs contacts mobiles* (27 août 1895).

249801. — **Greville-Williams.** — *Perfectionnements apportés aux appareils pour reproduire à distance, à l'aide de l'électricité, les dessins et images de toute espèce* (22 août 1895).

249728. — **Schanschieff.** — *Perfectionnements apportés aux accumulateurs électriques* (20 août 1895).

249860. — **De Dion, Bouton et Société Bassie et Michel.** *Pile hermétique dite l'Étincelle* (24 août 1895).

249886. — **Head.** — *Porte-charbon pour frotteur de machines dynamo pour éviter les coups de feu sur l'enduit* (27 août 1895).

249901. — **Compagnie française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houton.** — *Moyens nouveaux et utiles pour synchroniser la marche des machines électriques* (27 août 1895).

249741. — **Davy.** — *Perfectionnements aux lampes électriques à arc* (20 août 1895).

249762. — **Walther.** — *Perfectionnement à la fabrication des corps à incandescence pour lampes électriques* (21 août 1895).

249847. — **Société Brown, Boveri et Cie.** — *Système de parafoudre* (24 août 1895).

250041. — **Goodwin.** — *Perfectionnements aux supports des conducteurs électriques aériens* (3 septembre 1895).

250028. — **Société Berliner Kunstdruck und Verlagsanstalt Vormals A.-C. Kaufmann et M. Mohs.** — *Appareil destiné à mesurer par l'électricité la profondeur de la mer en indiquant automatiquement les profondeurs qui ont déjà été signalées* (3 septembre 1895).

249953. — **Moritz Arnoult et Canivet.** — *Procédés et appareils pour le métallisage des objets non conducteurs de l'électricité, et plus spécialement des fibres quelconques et produits industriels qui en résultent* (28 août 1895).

258965. — **Girardin.** — *Verrou électrique de sûreté* (2 septembre 1895).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Le Gaz Acétylène. — M. François d'Humilly de Chevilly, fabricant d'appareils pour incendie, demeurant à Paris, 10, passage de la Ferme-Saint-Lazare. — M. Eugène de Boismenu, demeurant à Paris, 28, boulevard Voltaire,

Ont formé entre eux une Société en nom collectif ayant pour objet l'exploitation de l'éclairage par le gaz acétylène.

La signature et la raison sociales sont : *Boismenu-d'Humilly, le Gaz Acétylène.*

La signature sociale appartiendra à chacun des deux associés.

La durée de la Société est fixée à trois années, du 25 février 1896 au 25 février 1899.

Le siège social est à Paris, 56, boulevard du Temple.

Le fonds social est de 8 000 fr.

Souchier et Cie. — Cette Société en commandite a pour objet : Exploitation de la concession de fournitures pour éclairage et pour transport de force par l'électricité de la ville de Muy (Var). — Son siège social est à Marseille, 4, rue des Récollettes, sa durée de 25 ans et son capital social de 86 000 fr fournis par la commandite.

Compagnie des Tramways de Fontainebleau. — Elle a pour fondateur M. Marcel Delmas agissant comme directeur de la *Compagnie nouvelle d'électricité*, 53, rue des Dames, à Paris.

La Compagnie a pour objet : la création et l'exploitation de services de transports de personnes ou marchandises, par tramways ou autrement, à Fontainebleau et dans ses environs, comme aussi tous services qui s'y rattachent, tels que factage, messageries, etc.

Elle peut demander ou acquérir toutes concessions, faire toutes constructions, acquérir tous immeubles, reprendre toutes exploitations se rattachant à l'objet social, céder ses concessions, affermer ses exploitations, fusionner ou s'allier avec d'autres Sociétés.

Elle peut entreprendre ces opérations, soit seule, soit en participation.

En général, elle a pour objet toutes opérations commerciales ou financières qui se rapportent à l'industrie des tramways à Fontainebleau et ses environs, à la traction mécanique, et plus spécialement à la traction électrique.

La Société pourra en outre distribuer et vendre, à Fontainebleau et ses environs, l'énergie électrique, sous toutes ses formes, pour toutes applications, par exemple pour éclairage, et s'occuper de toutes les opérations annexes financières ou commerciales que comporterait cette distribution.

Sa durée est fixée à 75 ans à dater du jour de sa constitution, et son siège social est provisoirement établi 53, rue des Dames.

Le capital social est fixé à 600 000 fr divisé en 6000 actions de 100 fr chacune qui ont toutes été souscrites en numéraire.

Il pourra être créé des obligations à court ou à long terme, en vertu de décisions prises par l'Assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration, en restant toutefois dans les termes des lois ou décrets de concession.

La Compagnie est administrée par un conseil de 4 membres au moins et de 7 au plus, qui doivent chancun être propriétaire de 25 actions affectées en garantie de sa gestion.

Les délibérations du Conseil d'administration ne sont valables qu'autant que trois membres étaient présents.

Le Conseil peut charger de l'exécution de ses décisions soit un Comité de direction pris dans le sein du Conseil d'administration, soit un Administrateur délégué, soit un ou plusieurs Directeurs nommés par le Conseil, soit une ou plusieurs des personnes énumérées aux articles 51 et 52.

Les Directeurs, les Délégués ou le Comité de direction sont chargés, sous l'autorité du Conseil d'administration, de la gestion des affaires sociales.

L'assemblée générale annuelle sera tenue avant le 30 juin de chaque année. Elle comprend tous les porteurs d'au moins 25 actions. Chaque membre a droit à autant de voix qu'il possède de fois 25 actions.

L'ordre du jour est arrêté par le Conseil d'administration : il n'y sera porté que les propositions émanant de ce Conseil et celles qui auront été communiquées au Conseil d'administration, quinze jours avant la convocation de l'Assemblée générale, avec la signature de membres de cette Assemblée représentant au moins 500 actions.

Aucun autre objet que ceux à l'ordre du jour ne peut être mis en délibération.

Les délibérations de l'Assemblée, prises conformément aux statuts, obligent tous les actionnaires même absents ou dissidents.

L'année sociale va du 1er janvier au 31 décembre suivant.

Les produits nets, déduction faite de toutes charges et amortissements, constituent les bénéfices.

Sur ces bénéfices, il est prélevé :

1° 5 pour 100 pour constituer la réserve légale ;

2° La somme nécessaire pour servir 5 pour 100 aux actionnaires, sur le montant du capital dont les actions sont libérées.

Le surplus sera réparti :

20 pour 100 au Conseil d'administration ;

20 pour 100 à un fonds de prévoyance qui restera la propriété des actionnaires ; ce compte pourra cesser d'être alimenté lorsqu'il aura atteint 30 pour 100 du capital social ;

Et le solde, soit 60 pour 100, aux actionnaires à titre de dividende, sauf ce qui sera dit à l'article ci-après.

Sur les 60 pour 100 réservés aux actionnaires par l'article 51, l'Assemblée générale pourra encore prélever, avant toute autre distribution, une somme destinée à l'augmentation du fonds de prévoyance.

Les propositions à ce sujet, si elles émanent du Conseil d'administration, ne pourront être repoussées que par une majorité composée des deux tiers des voix présentes ou représentées.

L'Assemblée générale constitutive a approuvé le rapport du commissaire vérificateur, M. Soubeyran, et nommé administrateurs pour cinq années MM. : le vicomte Fernand Benedetti, demeurant à Fontainebleau, villa Maddy ; M. Marcel Delmas, demeurant à Paris, boulevard Émile-Augier, n° 10 ; M. Auguste Lalance, demeurant à Paris, rue de Prony, n° 29, et M. Ernest Trapp, demeurant à Colombes, rue St-Hilaire, n° 8 ;

Elle a nommé commissaires pour le premier exercice social M. Baur et, à son défaut, M. Schmidt.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie des Tramways électriques de Clermont-Ferrand. — Notre correspondant de Clermont-Ferrand nous envoie le rapport des commissaires des Comptes sur l'exercice 1895, qui sera communiqué à l'Assemblée générale du 1er avril. Nous reproduisons ce document dans ses parties principales, nous réservant de revenir, après l'Assemblée, sur les variations qui se sont produites pendant l'exercice 1895 dans la situation de la Société.

Le bénéfice brut de votre exploitation au 31 décembre dernier s'élève à.	149 941,17 fr
Si l'on en déduit les charges d'intérêt et d'amortissement des obligations, soit.	62 491,65
Il reste un produit de.	87 449,52
Auquel il faut ajouter le reliquat bénéficiaire de 1894.	5 567,99
Ce qui donne un total à répartir de.	93 017,51
Il convient d'abord de prélever de ce chiffre l'intérêt statutaire à 5 pour 100 pour les 700 actions nouvelles au 31 décembre 1895.	8 568,00
	84 449,51
Le prélèvement de la réserve statutaire à raison de 5 pour 100 sur fr 87 449.52 exige une somme de	4 372,50
Le net restant disponible est donc de.	80 077,01
Ce résultat permet à votre Conseil de vous proposer, comme pour l'année précédente, un dividende de 25 francs aux 2800 actions anciennes, ce qui emploiera une somme de. . .	70 000,00
Il laisse à nouveau un reliquat de.	10 077,01 fr.

Comme vous le remarquerez, votre bénéfice brut s'est élevé de 138 014,04 fr en 1894 à 149 941,17 fr, présentant une augmentation de 11 937,13 fr.

Cette augmentation tient à deux causes : à la mise en exploitation du nouveau tronçon sud, et aux fêtes qui ont eu lieu au printemps dernier, à Clermont.

En examinant vos différents comptes, nous ne relevons, comme attirant une explication spéciale, que celui portant la rubrique « Réseau sud et Matériel nouveau », s'élevant à 383 587,45 fr. Dans ce chiffre figure le montant des deux voitures achetées en 1894 et inscrit au bilan précédent pour 27 148,55 fr, ce qui ramènerait à 356 439,10 fr les dépenses de construction et matériel qui avaient nécessité l'augmentation de votre capital de 350 000 fr. Les prévisions de votre Conseil, comme vous le voyez, n'ont donc pas été de beaucoup dépassées.

D'après le pointage de vos écritures, nous avons constaté leur parfaite concordance avec les chiffres du bilan qui vous est présenté ; nous vous engageons donc, Messieurs, à approuver le dividende et les comptes, tels qu'ils vous sont soumis par votre Conseil.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1895

Actif.

Apports de M. Claret.	2 600 000,00 fr.
Approvisionnements.	46 512,46
Frais de constitution de la Société.	73 471,20
Cautionnement de garantie.	10 000,00
Caisse et espèces en banque.	88 564,60
Subvention à recevoir.	1 300,00
Réseau sud et matériel nouveau.	383 587,45
Comptes débiteurs.	2 232,06
Actionnaires, non versé sur 1 action nouvelle. . .	125,00
A compte dividende 1895, coupon n° 5 au 15 octobre 1895, sur 2800 actions à 10 francs.	28 000,00
Total.	3 233 792,77 fr.

Passif.

Capital ancien : 2800 actions à 500 fr.	1 400 000 fr.	
— nouveau 700 — 500 .	350 000,00	
3500 actions.	1 750 000 fr.	1 750 000,00 fr.
Obligations en circulation : 2534 obligations à 500 fr.		1 267 000,00
— amorties : 66 — 500 —.		33 000,00
2600 obligations émises.		
Salaires à payer.	9 564,55	
Patentes et impôts à payer.	1 863,11	
Part des primes d'assurances dues : Assurance du personnel.	221,70	
Part des primes d'assurances dues : Incendie et voyageurs.	711,80	
		12 364,16
Abonnements : Billets vendus d'avance.		251,40
Cautionnement des receveurs.		1 560,00
Comptes créditeurs.		47 490,15
Coupons à payer.		12 460,55
Réserve statutaire.	8 617,00	
— spéciale.	10 000,00	
— pour amortissement du capital.	6 600,00	
		25 217,00
Profits et pertes : Reliquat 1893 et 1894.	5 567,99	
Profits et pertes : Solde de bénéfice 1895.	78 881,52	
		84 449,51
Total.		3 233 792,77 fr.

PROFITS ET PERTES

Dépenses.

Solde coupon n° 2 des obligations au 30 avril 1895.	16 975,00 fr.
Coupon n° 3 — 31 octobre 1895.	25 570,00
Remboursement de 23 obligations au 31 octobre 1895.	11 500,00
Deux mois de coupon n° 4 des obligations au 30 avril 1896.	8 446,65
	62 491,65
Intérêts des actions nouvelles au 31 décembre 1895.	8 568,00
Bénéfice suivant bilan.	84 449,51
Total.	155 509,16 fr.

Recettes.

Reliquat : Exercice précédent.	5 567,99
Bénéfice brut, exercice 1895.	149 941,17
Total.	155 509,16
Reliquat, exercice précédent.	5 567,99
Solde de bénéfice, exercice 1895.	78 881,52
Total.	84 449,51 fr.

Compagnie des Tramways électriques de Dijon. — Le 27 février, les actionnaires de cette Compagnie au capital de 1 500 000 fr se sont réunis en assemblée générale.

Au 31 décembre dernier :

L'ensemble des bénéfices s'élevait à.		280 960,10 fr.
Dont à déduire :		
Dépenses diverses.	135 935,85	
Service des obligations.	43 545	
Amortissement à 10 pour 100 sur les frais de constitution.	4 964,21	
Amortissement sur le mobilier.	104,70	184 549,76
Laissant un bénéfice disponible de.		96 410,34 fr.

L'Assemblée a voté la distribution d'un dividende de 25 fr par action de 500 fr absorbant 75 000 fr; l'attribution à la réserve légale de 4 820,50 fr et le report à un compte de réserve spéciale, tout en la laissant en fonds de roulement, de la somme de 16 589,50 fr.

Le *kilomètre-voiture*, en 1895, a coûté en moyenne 0,262 fr et il a produit une recette moyenne de 0,4938 fr, laissant un bénéfice d'*exploitation* de 0,2318 fr.

INFORMATIONS

Compagnie des moteurs Niel. — Le capital de cette Société vient d'être porté de 600 000 à 700 000 fr.

Compagnie française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houston. — Cette Compagnie prépare une émission de 20 000 obligations de 500 fr, représentant 10 millions de fr.

Ces obligations seront émises à 485 fr, rapporteront 25 fr brut par an et seront remboursables à 500 fr par tirages au sort annuels; elles seront inconvertibles avant dix ans.

G. et H. B. de la Mathe. — La Société en nom collectif entre MM. G. de la Mathe et H. B. de la Mathe et en commandite vis-à-vis de M. Morel est dissoute par le départ de ce dernier.

La Société devient en nom collectif entre MM. de la Mathe et garde son ancien objet : Fabrication et établissement des câbles électriques en tous genres et emploi général du caoutchouc, de la gutta-percha et de leurs denrées sans exception.

La raison sociale est G. et H. B. de la Mathe.

Le siège social est transféré d'Argenteuil à l'usine de Gravelle, à Joinville.

La signature sociale appartient à chacun des associés, dont aucun ne pourra s'occuper d'autres affaires commerciales ou industrielles pour son compte personnel.

Société Hongroise d'Électricité. — Cette Société, au capital de 5 millions, a réalisé pour 1895 un bénéfice industriel de 508 357 fr, auquel il convient d'ajouter un bénéfice de 70 917 fr retiré de l'émission des 10 000 actions nouvelles faite en 1895.

La direction propose de distribuer un dividende de 5,5 pour 100 et, après affectation de sommes importantes aux réserves, de reporter à nouveau le solde, soit 21 154 fr.

Strassenbahn Gesellschaft (Hambourg). — Les recettes d'exploitation en 1895 ont été de 7 563 509 fr, avec 49 990 000 voyageurs contre 6 800 000 fr de recettes pour 44 210 000 voyageurs en 1894.

La mise en exploitation de ce réseau de tramway a entraîné les dépenses suivantes :

Ligne.	6 800 000
Installation électrique.	6 850 000
Total.	13 650 000 fr.

Le fonds de roulement est de 84 000 fr.

Les voitures motrices ont parcouru.	6 740 000 kilom.
Les voitures à voyageurs —	1 280 000 —

Le prix de revient du *kilomètre-wagon-moteur* est de 15,21 centimes, comprenant :

Pour traction.	10,96 centimes.
— amortissement.	2,50 —
— intérêt du capital.	1,75 —

Le bénéfice brut de 1895 est de 2 400 000 fr et le bénéfice net de 965 000 fr.

Le dividende a été fixé à 5 pour 100 contre 3 pour 100 pour 1894.

Le capital Actions, actuellement de 16 250 000 fr, va être porté à 18 750 000 fr. Le capital Obligations reste à 12 500 000 fr et la Dette hypothécaire à 2 500 000 fr.

Ganz et Cie. — L'exercice 1895 accuse un bénéfice de 1 400 106 fr, sans compter le solde de 301 568 fr reporté à nouveau à fin 1894.

La direction a décidé de distribuer un dividende de 200 fr par action de 800 fr (le capital social est de 3 840 000 fr divisé en 4800 actions de 800 fr).

Après dotation des réserves et caisse de secours, il sera reporté à nouveau 511 658 fr.

La direction a conclu un traité avec l'*Union* (Lœwe et Cie) de Berlin et va construire une nouvelle usine dans le quartier Ofen, de Budapesth; à cet effet, il sera procédé à l'émission de 1200 actions nouvelles.

Usines d'Accumulateurs Pollak à Francfort. — Le capital social, porté à 1 250 000 fr en juillet 1895, va recevoir cependant une rémunération raisonnable de 6 pour 100. Le bénéfice de 1895 a été de 53 000 fr contre 42 000 fr en 1894.

La production des usines a doublé, et si les prix de vente ont dû être réduits, la valeur de la main-d'œuvre a également baissé.

Le compte Brevets a été ramené à 68 000 fr après amortissements.

Société Suisse pour l'Industrie électrique à Bâle. — La constitution de cette affaire est aujourd'hui chose faite.

Le capital est de 10 000 000 de francs, et le Conseil d'administration comprend : MM. Siemens, Budde, Hefner-Altenek de la maison Siemens Halske, Oppenheim, Funk, Geigy Merian, Köchlin, Ustery Pestalazzi, Faisy Dreyfus, Vicario, Rosenthal.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

32916. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus à Paris.

5e Année. — N° 103. 10 Avril 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Les tramways devant le Conseil général de la Seine. — Dans sa séance du 3 avril, le Conseil général du département de la Seine a adopté une résolution tendant à la substitution de la traction mécanique à la traction animale sur le réseau complet des tramways du département. Voici le rapport de M. Gibert et le projet de délibération présentés au nom de la Commission mixte des omnibus et tramways :

— Messieurs, le Conseil général, à bon droit préoccupé de l'amélioration et de l'augmentation des moyens de transport dans Paris et dans le Département, autant dans l'intérêt permanent du public qu'en vue de l'Exposition de 1900, a plusieurs fois manifesté son vif désir de voir transformer en traction mécanique la traction animale encore en usage sur nos lignes de tramways.

Pour hâter la solution de la question, votre Commission mixte vous propose d'adopter le projet de délibération suivant :

Le Conseil général

Invite l'Administration :

1° A faire, le cas échéant, une enquête sur le principe de la substitution de la traction mécanique à la traction animale, dans le réseau complet de nos lignes de tramways;

2° A examiner les propositions des Compagnies en vue de cette transformation et à faire un rapport sur ces propositions, afin de permettre au Conseil général, dans sa prochaine session, de se prononcer en toute connaissance de cause sur une question aussi importante.

Comme première proposition — avant la lettre — conforme à cette délibération, nous apprenons que MM. E. Cauderay et G. Renard sont demandeurs en concession d'un réseau de tramways à traction électrique destinés à mettre en communication Paris avec différentes localités de la banlieue.

Nous reviendrons plus en détail sur ce projet qui comporte douze grandes lignes de pénétration desservies par des moteurs à traction électrique mixte : trolley aérien *extra-muros* et sur les voies peu fréquentées de la ville, accumulateurs *intra-muros*. Puissent la délibération du Conseil général et le projet de MM. Cauderay et Renard ne pas rester lettre morte, comme le métropolitain-fantôme !

L'éclairage électrique des avenues de la République et Gambetta, à Paris. — Comme complément à l'information publiée dans notre dernier numéro, nous dirons que le prix consenti par le soumissionnaire pour l'éclairage de ces ave-

nues, est de 28 centimes par lampe-heure de 10 ampères, alors que partout à Paris, sauf pour la place du Carrousel, on paye 40 centimes. Ce prix comprend la fourniture et l'entretien de la canalisation des lyres, lampes, charbons, globes, etc., en plus de la fourniture du courant, tout, en un mot, sauf la fourniture, pose et entretien des candélabres. La durée du contrat est de 20 ans, durée qui justifie le bas prix accepté par le concessionnaire.

L'éclairage électrique de l'entrepôt Saint-Bernard à Paris. — D'après une délibération du Conseil municipal en date du 28 mars 1896, l'administration est invitée à autoriser les entrepositaires du quai Saint-Bernard à contracter des engagements avec la Société du Secteur de la rive gauche pour l'éclairage et la force motrice dont ils peuvent avoir besoin. L'Administration est également invitée à fixer les prix auxquels se ferait l'éclairage des voies de l'entrepôt et à soumettre au Conseil, s'il y a lieu, des propositions en vue de l'éclairage électrique des voies de l'Entrepôt.

Concours international de projets pour la construction du chemin de fer de la Jungfrau. — La Commission scientifique constituée pour l'étude du chemin de fer de la Jungfrau, ouvre un concours avec primes d'une valeur totale de 30 000 fr, pour la solution d'une série de problèmes se rapportant à la construction et à l'exploitation de cette ligne. Les questions les plus importantes à traiter sont les suivantes:

1° Le profil du tunnel, avec ou sans maçonnerie; l'infra et la superstructure: la voie, la crémaillère, les aiguillages et les croisements; 2° Le choix du système de transport de force par l'électricité; agencement des stations génératrices, de la transmission et des stations secondaires; répartition de la force dans la canalisation le long de la voie; protection de l'exploitation contre les perturbations atmosphériques; 3° Les voitures à traction électrique avec tous leurs appareils de sécurité; 4° Construction et aménagement des stations dans le tunnel; 5° Ascenseur de 100 m environ de hauteur et de 8 m de diamètre, avec escalier au sommet de la Jungfrau; 6° Le percement du tunnel, sa ventilation; l'enlèvement des déblais et les mesures intéressant l'hygiène des ouvriers et leur protection contre les accidents; 7° Éclairage électrique du tunnel, des voitures et des stations; chauffage électrique des voitures et des stations; dispositifs de sécurité pour les voyageurs et le personnel.

Les concurrents devront joindre à leurs projets des dessins ou modèles explicatifs, ainsi que les devis d'établissement. Les mémoires devront être déposés avant le 1er avril 1897.

Par le fait de l'attribution d'une prime à un projet, la Société du chemin de fer de la Jungfrau deviendra propriétaire de ce projet sans devoir aucune autre indemnité à son auteur, lequel, toutefois, conserve la propriété industrielle de son travail. Les mémoires non récompensés seront rendus à leurs auteurs.

La voie aura 1 m de largeur et une inclinaison maxima de 25 pour 100; les courbes auront au moins 100 m de rayon et 500 m dans les courbes fermées; les voitures auront au maximum 2,50 m de largeur et 3 m de hauteur; la vitesse de marche sera de 7 à 10 km à l'heure.

La puissance hydraulique nécessaire pour la production de l'énergie électrique, environ 500 chevaux, sera empruntée à la Lutschina. La distance entre l'usine hydraulique et l'origine de la ligne près de la petite Scheideck est d'environ 8 km; de ce point à l'entrée du tunnel, la distance est de 2500 m et le tunnel aura une longueur de 10 km.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser aux bureaux de la Compagnie, 10, Bahnhofstrasse, à Zurich, où l'on trouvera également le plan général, les documents relatifs à la constitution géologique du terrain, les données exactes concernant la puissance hydraulique disponible.

— Nous apprenons avec plaisir que notre collaborateur M. Gaston Chenet vient d'être nommé ingénieur colonial de première classe et chef du service électrique à Madagascar. Il est chargé de dresser les projets d'éclairage électrique de la ville et de trois lignes de tramways électriques allant respectivement de Madagascar vers Ambohimanga, Ankéramadine et Nosizato. Lorsque cette étude sera faite, les Compagnies françaises seront appelées à concourir et à présenter des devis. Bonne chance et prompt retour à notre jeune et vaillant collaborateur.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Charleville (Ardennes). — *Traction électrique.* — Cette ville où l'éclairage électrique a si bien réussi (nos 33 et 46, **1893**, p. 202 et 515) ne pouvait s'arrêter dans la voie de progrès qu'elle s'était tracée; nous apprenons en effet qu'il est question d'établir une ligne de tramways reliant entre elles les villes de Mézières et de Charleville ainsi que la commune de Mohon.

Trois propositions avaient été faites aux municipalités de ces dernières localités. La première consistant à créer une voie desservie par des voitures automotrices électriques au moyen de fils aériens; la seconde employant un système de traction par l'air comprimé; enfin la troisième comprenant, comme la première, des voitures automotrices électriques, mais par conducteur souterrain.

Une commission a été aussitôt constituée pour examiner lesdites propositions.

Après un certain nombre de séances, la commission a adopté le premier système, voitures électriques automotrices avec trolley. Il a été décidé qu'on se mettrait en rapport avec M. Cauderay, lequel a consenti à se charger du travail aux conditions suivantes :

1° Le dépôt d'un cautionnement de 50 000 fr.; 2° le prix des places à 10 centimes; 3° la mise en service de la ligne dans les six mois après son approbation.

M. Cauderay s'engage à établir les trois lignes dont voici le trajet :

1° De la gare au faubourg de Flandre (Charleville); 2° de la gare au faubourg de Pierre (Mézières); 3° du Moulin (Charleville) à Mohon, avec point terminus au passage à niveau de la route de Villers-Semeuse.

Cherbourg. — *Éclairage.* — Nous avons exposé dans notre chronique (n° 47, **1893**, p. 538) la question de l'éclairage électrique de la ville de Cherbourg, question toujours pendante. Nous avons indiqué également une solution simple qui consisterait à faire établir une distribution d'énergie électrique par la Compagnie du Gaz, persuadés que cette dernière n'en retirerait que des avantages, grâce à la solide clientèle qui lui serait assurée.

La question vient de faire un grand pas et nos vues vont se réaliser; dans une des dernières séances du Conseil municipal, M. le maire expose le résumé des démarches qui ont été faites pour obtenir de la Compagnie du Gaz l'éclairage électrique. Il fait remarquer que par son traité avec le gaz et d'après la jurisprudence du Conseil d'État, la Compagnie du Gaz de Cherbourg a de fait le monopole de la canalisation électrique, soit souterraine, soit aérienne, pour l'éclairage dans toutes les voies publiques du territoire de Cherbourg.

Cet état de choses durera jusqu'en 1940, à moins d'une cer-

taine condition prévue dans le cahier des charges relativement à l'éclairage des autres villes de l'importance de Cherbourg ou au-dessus.

Il résulte des renseignements pris par M. le maire dans toutes les villes de France de cette catégorie que les conditions exigées par le cahier des charges demanderont encore un très long délai avant d'être réalisées, délai qu'on ne peut guère évaluer à moins de 15 à 20 ans, et encore dans un état assez douteux pour que la Compagnie pût tenter de s'y refuser en se réclamant des tribunaux administratifs.

De là nouveaux délais, incertitudes des résultats, et peut-être impossibilité de jouir de l'éclairage électrique avant la fin du contrat de la Compagnie en 1940.

C'est pour tâcher d'arriver à avoir l'éclairage électrique immédiatement que l'Administration municipale a invité la Compagnie du Gaz à entrer en pourparlers. Celle-ci s'est refusée à faire aucune proposition sans qu'il lui soit accordé une prorogation de son contrat pour le gaz, en faisant remarquer qu'elle n'avait qu'à perdre en dépensant une somme considérable pour l'établissement d'une usine électrique, et que ce n'est que par la prorogation de sa concession du gaz qu'elle pouvait espérer récupérer les frais qu'elle avait à faire pour la création de l'entreprise.

Un projet de traité a alors été fait en accordant une prorogation de 20 ans exigée par la Compagnie.

Ce traité prévoit donc l'installation d'une canalisation d'énergie électrique.

Le premier circuit comprendra la place du Château, la rue Gambetta jusqu'à la rue de la Fontaine, la rue de la Fontaine, la place de la Fontaine, la rue François-la-Vieille, la place d'Armes, les rues de la Paix, de l'Union, Tour-Carrée, la place de la Révolution, la rue du Port, la place Bricqueville, le quai de Caligny, le quai Alexandre III jusqu'à la rue des Tribunaux comprise et, dans l'intérieur de ce périmètre, les rues du Bassin, de la Vase, du Château, au Blé, Grande-Rue, et le pourtour des Halles centrales. Ce circuit sera augmenté dans l'avenir, suivant les demandes d'abonnement des particuliers. La Compagnie sera toujours tenue de satisfaire à ces demandes lorsque sur un parcours de 250 mètres il sera réclamé 100 lampes de 10 bougies ou 60 lampes de 16 bougies.

La Société sera tenue de fournir en location des compteurs à ceux qui lui en feront la demande sur un tarif dont le maximum est arrêté dans le traité. Les types de compteurs devront être agréés par l'Administration. Le prix du kilowatt-heure est fixé à 1,50 fr.

Chevenoz (Haute-Savoie). — *Éclairage.* — Chevenoz est sur le point d'être éclairé à l'électricité tout comme les boulevards de la capitale, et alors que, pour de longues années encore, son chef-lieu d'arrondissement, Thonon, est condamné à la lumière d'un gaz qui n'a rien d'éclatant!

Chevenoz a de la chance : c'est sur son territoire et sur une parcelle appartenant à la commune, la forêt du Plan du Pré, que M. Perrin, futur concessionnaire de l'éclairage électrique d'Evian, va faire passer le canal utilisant la force motrice de la Dranse. En échange de la concession du terrain pour une durée de quatre-vingts ans, M. Perrin fournira gratuitement à la commune, 20 lampes allumées toute la nuit, dans les édifices communaux et les points principaux du chef-lieu et du hameau du Fion. Cette redevance d'éclairage sera remplacée par un paiement annuel de 100 fr, en cas d'impossibilité d'éclairer. M. Perrin a promis, en outre, d'occuper de préférence, autant que possible, des ouvriers de la localité.

Telles sont les conditions qui ont été acceptées par le Conseil municipal.

M. Perrin se propose de capter les eaux de la Dranse sur la rive gauche, au confluent de la Dranse de Bernex, près de la « Cambuse »; le canal de dérivation longera la Dranse sur un kilomètre environ, puis traversera la rivière pour rejoindre l'usine électrique qui sera probablement construite sur la rive droite (territoire de Vinzier), dans la propriété de M. Cottet. Peut-être le canal ne traversera-t-il pas la rivière; le moteur serait alors établi sur la rive gauche, on transmettrait l'énergie électrique au moyen de fils aériens tendus au-dessus du cours d'eau.

Douai. — *Éclairage.* — En renouvelant son traité avec la Compagnie du Gaz, il y a quelques jours, la ville de Douai a cru utile de prescrire à la Compagnie d'avoir à organiser l'éclairage électrique sur un parcours déterminé, dès que cet éclairage lui sera assuré par une clientèle utilisant 500 lampes consommant chacune au moins 48 kwh par an. Le prix de l'énergie électrique sera de 1,20 fr le kwh pour les particuliers; ces derniers auront le droit d'acheter leurs compteurs, qui seront d'un type adopté par la Compagnie d'accord avec la ville, ou, dès que cela sera possible, du type poinçonné par l'État. La pose des compteurs sera faite par les agents de la Compagnie aux frais des particuliers.

Évian-les-Bains (Haute-Savoie). — *Éclairage.* — Le Conseil municipal d'Évian a reçu communication des propositions d'éclairage électrique présentées par M. Perrin, entrepreneur à Saint-Michel-de-Maurienne. M. Perrin offre à la ville d'installer à ses frais l'éclairage électrique, à la condition que la municipalité lui accordera le monopole de l'éclairage pendant 40 ans, et qu'il sera chargé de l'éclairage municipal.

Eymoutiers (Haute-Vienne). — *Éclairage.* — La dernière séance du Conseil municipal a fait faire un progrès décisif à la question de l'éclairage électrique. A la suite de démarches faites auprès du directeur général de la Compagnie d'Orléans, la concession du terrain nécessaire pour l'utilisation d'une chute d'eau vient d'être faite à la ville.

Le Conseil a décidé sur la proposition du maire que cette installation ne serait pas faite en régie aux frais de la commune; qu'elle serait donnée à un concessionnaire, qui l'entreprendrait à ses risques et périls. La ville payerait 2000 fr par an pour 80 lampes de 16 bougies devant éclairer les rues et les bâtiments communaux. Il serait imposé un cahier des charges à l'entrepreneur, par lequel la lumière serait cédée aux habitants à un tarif au-dessous de ceux qui sont appliqués à Saint-Léonard et à Bourganeuf.

Le Conseil municipal a également décidé que les 2000 fr devant payer annuellement l'éclairage public seraient prélevés sur le budget ordinaire.

Des pourparlers sont entamés avec plusieurs soumissionnaires; un traité sera conclu à bref délai et les travaux d'installation commenceront aussitôt après l'accomplissement des dernières formalités administratives.

Gérardmer. — *Traction électrique.* — Nous apprenons que la concession du tramway de Gérardmer à Retournemer, dont il a déjà été question (n° 71, **1894**, p. 539, et n° 77, **1895**, p. 92) a été agréée par le Conseil d'État et que le décret déclaratif d'utilité publique doit paraître incessamment.

La construction de ce tramway sera pour Gérardmer et pour les vingt-cinq à trente mille touristes qui y viennent tous les ans une véritable bonne fortune; car la voie doit suivre toute la vallée des lacs, c'est-à-dire le plus beau centre d'excursions des Vosges, et arriver à Retournemer au pied de la Schlucht et du Hoheneck. — On peut affirmer hardiment qu'il rapproche aussi Gérardmer de la forêt en supprimant pour la modique somme de trente centimes les trois kilomètres de grande route qui séparent Gérardmer du Saut-des-Cuves et de la vallée de la Vologne.

Le nombre toujours croissant des touristes qui viennent à Gérardmer lui assure des recettes allant en augmentant tous les ans.

Nevers. — *Traction électrique.* — Nous apprenons qu'une ligne de tramways à traction électrique va être établie entre Nevers et Pougues-les-Eaux. La concession de cette ligne a été demandée par M. Perrichon, entrepreneur. Ce tramway, établi à a façon d'un chemin de fer sur route, recevrait le courant d'une ligne aérienne au moyen d'un trolley, il traverserait Fourchambault, suivrait ensuite les bords de la Loire et aurait Pougues-les-Eaux pour point terminus.

Nyons (Drôme). — *Éclairage.* — Le projet dressé par l'ingénieur en chef du département de la Drôme en vue de doter la ville de Nyons d'une distribution d'énergie électrique vient d'être approuvé par la commission municipale nommée à cet effet. Il s'agirait d'utiliser la force motrice des eaux du torrent de Léoux au moyen d'une dérivation qui, sous une chute de 330 mètres, permettrait d'utiliser près de 200 chevaux. Les habitants de Nyons et les industriels en particulier apprécient déjà l'importance de la mise à exécution de ce projet, qui leur procurera un éclairage confortable et la force motrice à bas prix, dans les ateliers.

Royan (Charente-Inférieure). — *Éclairage.* — Le traité entre la ville de Royan et M. Covillon pour l'éclairage électrique a été approuvé par M. le préfet.

La nouvelle station centrale fonctionnera dès le 1er juillet prochain.

Saint-Astier (Dordogne). — *Éclairage.* — Une Société anonyme d'éclairage électrique vient de se rendre fermière du moulin de M. Deluzin, à Saint-Astier, ainsi que de la chute d'eau, pour y établir à bref délai une station centrale pour l'éclairage électrique de la ville et des particuliers.

Saint-Malo. — *Éclairage.* — Il y a deux ans (n° 47, **1893**, p. 538), nous exposions à nos lecteurs la situation faite aux Malouins par la Compagnie du gaz; les plaintes de ces derniers, malgré leur bien fondé, ont eu beaucoup de peine à aboutir. Ce n'est que dernièrement, en effet, que la Compagnie du gaz a décidé (mieux vaut tard que jamais) d'organiser une station centrale d'énergie électrique. Cette station sera située dans les environs de la place Chateaubriand ou sur le terre-plein des Écluses. Elle fonctionnera au moyen de moteurs à gaz et sera inaugurée, croyons-nous, dans les premiers jours de juillet prochain.

Sedan. — *Traction électrique.* — Des propositions, en vue de l'établissement de tramways électriques à Sedan, ont été faites par diverses Compagnies. Les commissions se sont arrêtées aux propositions de M. Cauderay, de Paris : établissement d'un réseau complet, cinq lignes : le tout aux risques et périls de l'entrepreneur, sans aucune subvention de la ville.

La gare serait place Turenne; une ligne se dirigerait sur Torcy, par la rue de Paris, jusqu'au passage à niveau de l'ancienne gare; une autre de la place Turenne à Gaulier; une troisième à la gare par la rue Gambetta, l'avenue Crussy et l'avenue Philippoteaux; une autre de la place Turenne à Balan jusqu'à la ruelle Foulon, par les rues Gambetta, Carnot, du Mesnil, faubourg du Ménil.

Enfin la dernière jusqu'à l'extrémité du Font-de-Givonne, par les rues Carnot, du Ménil, place Nassau et Fond-de-Givonne. Le prix des places serait de 10 et 15 centimes; les voitures seraient établies pour 60 personnes; il y aurait un minimum de 56 voyages par jour. Sous réserves des garanties à demander aux concessionnaires et sous réserves des changements de parcours qui peuvent être demandés, les conclusions favorables du rapport sont adoptées.

Un traité sera passé le plus tôt possible avec M. Cauderay, la convention sera présentée à la ratification du Conseil et toutes les démarches seront faites en vue d'obtenir le plus tôt possible l'autorisation de commencer les travaux.

ÉTRANGER

Aubonne (Suisse). — *Éclairage.* — Depuis déjà quelque temps, l'éclairage électrique est installé à Aubonne. Un barrage construit à environ 3 km de la ville, à 200 m en amont de la passerelle sur l'Aubonne, fournit l'eau nécessaire pour la mise en marche des turbines.

Ce barrage est entièrement construit en blocs de granit recueillis tout près de là, dans le ravin de la Sendoleyre, et barre la rivière sur toute sa largeur. De ce point situé à l'altitude de 553 m, part la canalisation en ciment (sur une longueur de 300 m, où le terrain ne se prêtait pas à une canalisation souterraine, on a dû se contenter d'une conduite en bois); elle suit le sentier du camp de Bière pour arriver à l'extrémité de la colline de Rochette, où elle aboutit à une chambre à eau (altitude 547 m). De cette chambre à eau descendent, d'un côté, la conduite sous pression en tôle d'acier de 60 cm de diamètre et, de l'autre, une double conduite en ciment servant de déversoir au trop-plein.

A l'usine, un vaste hall, de 17 m de longueur et 10 m de largeur, abrite 3 turbines de 100 chevaux chacune. Une turbine et sa dynamo actionneront un tramway électrique; le deuxième groupe alimente le réseau d'éclairage actuellement en pleine activité; le troisième groupe servira de réserve; une place a encore été réservée pour une quatrième turbine et sa dynamo.

De cette usine part une ligne servant à l'éclairage d'Aubonne; la tension sur ces fils est de 3000 volts. Cette ligne aboutit à une sous-station installée dans le château d'Aubonne, où la pression est réduite à 240 volts. 3 fils partent de là et assurent la distribution de l'énergie en ville.

Une deuxième ligne part de l'autre côté et se dirige sur Bière, qui possède un mode de distribution analogue.

L'éclairage public d'Aubonne est réalisé au moyen de lampes à incandescence de 32 bougies; le public en est particulièrement satisfait, car il réalise une réelle amélioration sur l'ancien mode d'éclairage. Cette installation a été menée à bonne fin, grâce au concours de M. Palaz, ingénieur, et grâce à l'activité déployée par la Société électrique Aubonnoise.

Hellin (Espagne). — *Inauguration de l'éclairage.* — L'inauguration de l'éclairage électrique de cette jolie ville de 11 000 habitants vient d'avoir lieu au milieu d'un grand enthousiasme de la population. L'usine est située à 9 km de la ville et utilise une chute du rio Mundo. L'installation est due aux soins de M. Zara. Après la bénédiction religieuse de l'usine d'électricité (cérémonie dont jusqu'ici le besoin ne se faisait guère sentir), les invités assistèrent à un lunch splendide offert par la municipalité.

La ville de Cieza, qui compte 10 000 habitants, va aussi être inaugurée cet été. Toutes ces belles installations, exemptes de procès d'usines à gaz et de Conseil d'État, sont généralement installées avec du matériel allemand.

Vallorbe et Vaulion (Suisse). — *Station centrale.* — La « Société électrique du Châtelard, près Vallorbe », dont le but est de fournir la lumière électrique et la force à domicile aux localités de Vallorbe et Vaulion, s'est constituée régulièrement. L'énergie nécessaire sera produite par l'Orbe sous le viaduc de Châtelard, où la Société possède une concession d'usage d'eau. La chute étant de 12 m, la puissance motrice disponible sera de 550 chevaux dans les basses eaux; seulement, comme un développement industriel ne manquera pas de se produire dans les deux communes susindiquées, le projet prévoit un tunnel d'une section qui permettra d'obtenir 600 chevaux dès que le débit de l'Orbe atteindra 5 m³ par seconde.

La Société est fondée au capital de 250 000 fr, dont 150 000 fr en actions et 80 000 fr en obligations. En deux jours, le capital-actions a été largement couvert.

L'ÉCLAIRAGE DOMESTIQUE A L'ACÉTYLÈNE

L'avenir — un avenir très prochain — nous prépare une éclosion de lampes et d'usines domestiques productrices de gaz acétylène dont les quelques prospectus recueillis çà et là ne peuvent donner qu'une bien vague idée, malgré les titres pompeux qui les décorent : Une révolution dans l'éclairage domestique; solution pratique de l'éclairage domestique à l'acétylène, etc.

La question intéresse tout particulièrement les électriciens au double point de vue de la production du carbure de calcium, d'une part, et de la concurrence que ce nouvel illuminant peut leur susciter, d'autre part : il ne semble donc pas inutile de revenir sur les progrès réalisés depuis notre article du 25 janvier dernier [1], en nous plaçant au point de vue spécial de l'éclairage domestique, et en laissant de côté les applications à l'éclairage des voitures de chemins de fer et de tramways, pour lesquels on a déjà obtenu des résultats satisfaisants, à l'aide d'appareils complexes manœuvrés par un personnel exercé. Les nombreux dispositifs réalisés ou réalisables peuvent se classer en trois groupes :

a. Appareils à gaz liquéfié.

b. Lampes portatives.

c. Petites usines domestiques.

Nous allons examiner rapidement les avantages et les inconvénients respectifs de ces trois systèmes.

a. *Appareils à gaz liquéfié.* — L'emploi du gaz liquéfié livré aux consommateurs dans des récipients, comme on livre déjà l'oxygène, l'acide carbonique et le chlore, est, sans contredit, la solution la plus simple et, en apparence, la plus rationnelle : c'est, très probablement, la solution de l'avenir, mais elle soulève, dans l'état actuel de la question, deux objections assez graves :

1° L'acétylène liquide n'est pas encore commercial, et les prix auxquels on l'offre aux laboratoires (15 fr le kilogramme) sont absolument prohibitifs;

2° L'emploi d'un gaz endothermique dont la température critique est de 37° C, à la pression correspondante de 68 atmosphères, soulève encore, au point de vue de l'emploi domestique, des objections auxquelles on n'a pas jusqu'ici victorieusement répondu : sans vouloir exagérer l'importance du danger, il nous semble qu'il y en a un possible. L'acétylène liquéfié, en bouteilles, est donc la solution de demain, mais pas celle d'aujourd'hui.

b. *Lampes portatives.* — Les lampes portatives présentent des objections encore plus graves que le gaz liquéfié n'en présentait. Les propriétés gazogènes, la puissance de production du carbure de calcium varient dans de grandes proportions avec son degré d'épuisement; il est difficile, dans ces conditions, de proportionner convenablement la production à la dépense pour tous les degrés d'épuisement du carbure. De plus, une lampe renfermant, par exemple, assez de carbure pour brûler six heures, et n'ayant brûlé que quatre heures la veille, peut encore fournir deux heures de lumière le lendemain, mais si l'on veut éclairer encore quatre heures, il faut, ou bien jeter le carbure partiellement épuisé et refaire la lampe, ou bien éteindre la lampe au bout de deux heures et la remplacer par une nouvelle. Enfin, les manipulations journalières de ces lampes n'ont rien d'agréable, l'odeur fortement alliacée du gaz, l'action corrosive de la chaux hydratée lasseront rapidement le personnel le plus dévoué. N'insistons pas.

c. *Petites usines domestiques.* — C'est dans les petites usines individuelles que le carbure de calcium et l'acétylène trouveront, jusqu'à nouvel ordre, leur débouché le plus naturel pour l'éclairage des villas, châteaux, communautés, toutes les agglomérations plus ou moins importantes, en un mot, mais assez peu importantes pour qu'on ait pu y faire économiquement l'installation d'une usine à gaz ou d'une usine électrique.

Cette idée de principe semble rallier actuellement la plupart de ceux qui s'occupent d'éclairage domestique à l'acétylène. Nous connaissons, pour notre part, une demi-douzaine de systèmes plus ou moins pratiques déjà réalisés, sans compter ceux en préparation, en projet... ou en rêve. On retrouve dans tous les systèmes deux appareils distincts, caractéristiques : le gazomètre et le gazogène. Le gazogène est disposé pour maintenir automatiquement soit la pression, soit le volume constant, quel que soit le débit, en faisant arriver de l'eau sur le carbure de calcium plus ou moins épuisé. Les uns profitent de l'abaissement de pression pour faire ouvrir un robinet; d'autres utilisent le déplacement de la cloche, tantôt pour ouvrir un robinet, tantôt pour produire un écoulement proportionnel à la dénivellation, etc.

Les propriétés spéciales du carbure de calcium nous ont conduit, après examen et étude pratique de ces diverses méthodes, à les rejeter toutes, à moins que l'on ne consente à faire usage d'un gazomètre de dimensions considérables, représentant deux ou trois fois la consommation horaire maxima de l'installation. On aurait alors un appareil coûteux et encombrant, solution peu élégante du problème.

Il convient, à notre avis, de renverser les termes du problème : au lieu de verser l'eau sur le carbure de calcium, il faut, au contraire, jeter automatiquement le carbure de calcium dans l'eau. La chaux formée viendra se déposer au fond du gazogène, qui peut être le gazomètre lui-même, et retirée par des purges périodiques.

Nous ne connaissons encore aucun appareil réalisé dans cet esprit, sauf quelques lampes portatives encore à l'état expérimental, mais c'est la voie dans laquelle il nous semble utile de diriger les nouvelles recherches, en attendant que l'acétylène liquide, devenu enfin commercial, supprime les recherches en supprimant la question.

E. H.

[1] *L'Industrie électrique* du 25 janvier 1896, n° 98, p. 35.

LE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE
A COURANTS ALTERNATIFS TRIPHASÉS
DE LA COMPAGNIE DE FIVES-LILLE

Les systèmes de distribution d'énergie électrique par courants alternatifs sous la forme polyphasée l'emportent actuellement, à beaucoup d'égards, sur ceux par courant continu.

Rappelons sommairement les avantages généraux des courants alternatifs, simples ou polyphasés :

1° Suppression dans les machines génératrices et réceptrices du *collecteur*, organe à la fois onéreux et délicat, et qui est à peu près incompatible avec la production de très hautes tensions.

2° Transformation aisée à tous voltages désirables, au moyen d'appareils dits *transformateurs*, ne comportant aucune pièce en mouvement et fournissant lorsque c'est nécessaire une *auto-régulation* pratiquement parfaite (transformateurs sans pôles).

3° Action négligeable sur les *isolants*, qui subissent au contraire de la part du courant continu une action électrolytique appréciable : cette action peut amener la destruction rapide de la plupart des matières isolantes, surtout lorsqu'elle est favorisée par l'élévation de la température ou du degré hygrométrique du milieu ambiant.

D'autre part, les courants alternatifs polyphasés présentent l'avantage particulier de se prêter à l'emploi de moteurs asynchrones possédant un couple de démarrage beaucoup plus important que celui qu'il est possible d'obtenir avec un moteur asynchrone à courants alternatifs simples; comme nous le verrons par la suite, il est assez facile d'obtenir des couples de démarrage plus ou moins élevés et en satisfaisant à des conditions de fonctionnement très différentes, suivant les applications auxquelles ces moteurs sont destinés.

Nous rappellerons que les courants triphasés sont (par rapport aux biphasés et alternatifs simples) ceux dont l'emploi conduit au moindre poids de cuivre pour une ligne devant transmettre une puissance donnée à une certaine distance, avec un rendement déterminé, dans les mêmes conditions de voltage simple; de plus, les génératrices triphasées et les moteurs correspondants présentent une puissance spécifique plus élevée que celle obtenue avec les courants alternatifs simples ou biphasés, pour des conditions identiques de puissance, de vitesse et de rendement. Ces dernières considérations justifient la faveur dont jouissent plus particulièrement les appareils à courants triphasés.

La Compagnie de Fives-Lille, connue universellement pour l'excellence et la variété de ses constructions (chemins de fer et tramways, ponts et charpentes en fer, matériel de sucreries, outillages hydrauliques, artillerie, etc.), est bien à même de se rendre compte des exigences qui peuvent s'imposer aux applications de l'électrotechnique dans ces différentes branches de l'art de l'ingénieur; elle construit entre autres, dans ses ateliers de Givors (Rhône), des séries complètes de génératrices, de moteurs et de transformateurs à courants triphasés répondant aux besoins les plus divers de la pratique industrielle.

GÉNÉRATRICES TRIPHASÉES

Les différents appareils à courants triphasés peuvent être montés de deux façons différentes : en *triangle* et en *étoile*; mais, quel que soit le mode de montage adopté, on pourra toujours définir le fonctionnement d'un appareil par les trois quantités suivantes :

1° Le *voltage simple* u : c'est le voltage efficace aux bornes de l'un des trois circuits;

2° L'*intensité par circuit* i : c'est l'intensité efficace du courant traversant un des trois circuits, en ampères;

3° L'*angle de décalage* φ : c'est l'angle de retard du maximum du courant sur celui de la différence de potentiel; la puissance émise ou absorbée par circuit est, en watts :

$$P = u \, . \, i \, . \cos \varphi .$$

Lorsqu'il s'agit de moteurs, les charges sont égales pour les trois branches : il suffit alors d'indiquer pour l'une d'elles le voltage simple, l'intensité et le cosinus de l'angle de décalage; au contraire, pour l'éclairage, il arrive presque toujours que les trois circuits sont inégalement chargés : il importe alors d'indiquer les valeurs des trois quantités précédentes pour chacun des circuits, et aussi le mode de montage, surtout si, par exemple, les moteurs sont montés en étoile et les appareils d'éclairage en triangle.

Les génératrices triphasées de la Compagnie de Fives-Lille se ramènent à deux types différents :

1° *Génératrices à induit mobile*, plus spécialement destinées à la production de tensions relativement basses.

2° *Génératrices à résistance magnétique variable* ou *à fer tournant*, dans lesquelles tous les bobinages (induit et inducteur) sont fixes : les variations du flux embrassé par l'une des bobines induites sont dues au déplacement d'une culasse en tôles de fer présentant une forme spéciale.

Les génératrices polyphasées à induit cylindrique présentent un avantage général qui permet d'en simplifier singulièrement la construction : les forces magnétomotrices dues aux courants induits produisent une résultante constante en grandeur et en direction pour une charge déterminée : il en résulte que le flux dans les masses polaires ne présente aucune variation, ce qui permet d'employer des carcasses inductrices non feuilletées; pour les génératrices à fer tournant, il y a une légère différence : le flux inducteur total reste bien constant, mais il se divise différemment suivant les positions des culasses, ce qui conduit à diviser les parties du circuit magnétique dans lesquelles le flux présente des variations;

néanmoins, comme nous allons le voir, ceci complique fort peu la construction, et en augmente seulement un peu le prix.

GÉNÉRATRICES A INDUIT MOBILE

La figure 1 est une vue perspective d'une génératrice

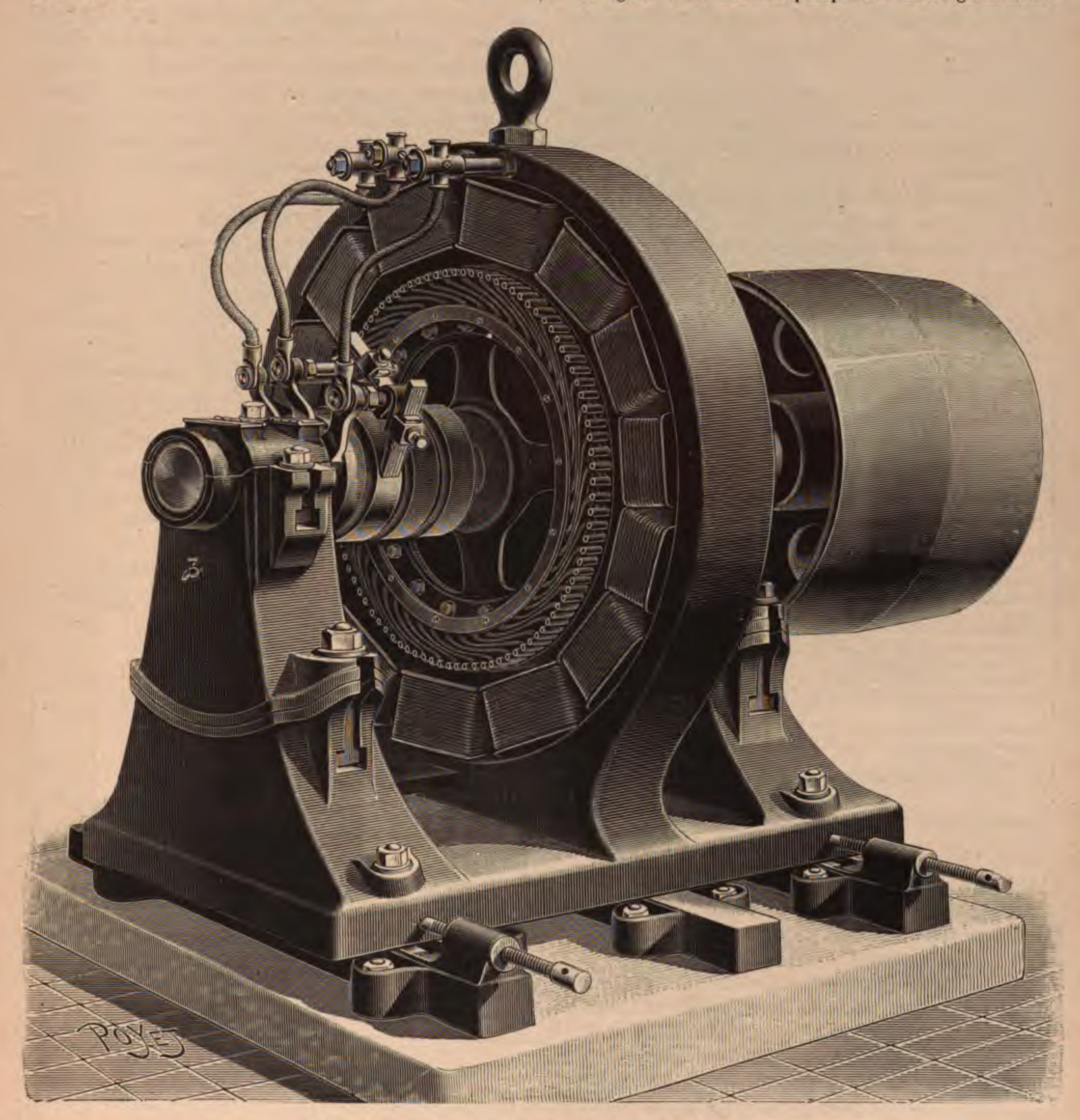


Fig. 1. — Génératrice à courants triphasés à induit mobile (80 kilowatts).

fournissant en marche normale, à la vitesse angulaire de 430 tours par minute, un courant efficace de 230 ampères dans chacun des trois conducteurs principaux sous une tension composée de 200 volts, soit 115 volts environ par circuit (montage en étoile). Dans le cas d'éclairage par lampes à incandescence, la puissance totale correspondante est de 80 kilowatts; pour des moteurs, elle sera seulement : Cos φ.80 kilowatts.

La carcasse magnétique de cette machine est en fonte, et présente 14 pôles, ce qui donne, à la vitesse indiquée, une fréquence de 50 périodes par seconde.

Le noyau induit est composé de disques de tôle de fer isolés par des disques de papier Japon; ces disques sont enfilés sur un croisillon en fonte et serrés entre deux joues en bronze qui servent en même temps de supports aux fourches de connexions des barres induites. L'enroulement

est du genre tambour ondulé et divisé en trois circuits; une des extrémités de chacun des circuits aboutissant à une bague commune (point neutre de l'enroulement en étoile), les 3 autres extrémités aboutissant à 3 bagues qui correspondent aux trois conducteurs principaux.

Les enroulements inducteurs de ces machines sont en général largement prévus, de telle sorte qu'en augmentant l'alésage on puisse parvenir à rendre la réaction d'induit extrêmement faible, en perdant simplement un peu plus dans l'excitation.

Pour les génératrices d'une puissance inférieure à 80 kilowatts, la carcasse inductrice est en fonte; pour celles de puissance supérieure on emploie l'acier fondu extra-doux.

Le tableau suivant donne les principales données de fonctionnement de quelques-unes de ces dynamos (montage en étoile).

TYPES	DM_{300}.	DM_{600}.	DM_{800}.	DM_{1200}.	DM_{2000}.
Tension entre deux conducteurs, en volts	200	200	200	200	200
Intensité dans chaque conducteur, en ampères	105	250	260	360	600
Puissance utile pour l'éclairage, en watts ($\cos \varphi = 1$)	36 000	80 000	90 000	125 000	200 000
Puissance absorbée correspondante, en chevaux, environ	54	120	135	190	305
Puissance utile, en watts, dans le cas de moteurs ($\cos \varphi = 0,8$)	28 800	64 000	72 000	100 000	160 000
Puissance absorbée correspondante, en chevaux, environ	43	96	108	152	213
Vitesse angulaire, en tours par minute	750	450	215	215	375
Courant d'excitation, en ampères sous 110 volts	10	18	26	30	34
Poids de l'induit, en kg	480	750	770	»	»
Poids total de la machine, en kg	1 450	3 150	4 400	»	»

GÉNÉRATRICES A FER TOURNANT

Les génératrices à fer tournant construites par la Compagnie de Fives-Lille sont de deux types principaux ne différant que par des dispositions de montage.

La figure 2 est une vue perspective d'une génératrice de 140 kilowatts sous une tension composée de 2500 volts efficaces par phase à 180 tours par minute. La carcasse inductrice en acier coulé extra-doux a une section en forme de ⊐; l'enroulement inducteur, formé d'une bobine unique, est logé au fond de l'**U**; à chaque jambe de l'**U** correspond une série de tôles segmentées et disposées à joints croisés de manière à annuler les réluctances d'entrefer des joints; on a ainsi deux noyaux induits présentant une série d'encoches dans lesquelles sont enroulées les bobines induites.

Les variations du flux embrassé par chacune des bobines induites sont produites par le déplacement de culasses en tôles de forme spéciale, supportées par un volant qui est celui de la machine à vapeur dans le cas d'un accouplement direct.

Il est à remarquer que chaque encoche d'une série de tôles induites, celles intérieures par exemple, sont en regard d'une partie pleine des tôles extérieures, une bobine d'un circuit quelconque sur l'un des noyaux étant à égale distance angulaire de deux bobines du même circuit placées sur l'autre noyau; on obtient ainsi une réluctance pratiquement constante du circuit magnétique, ce qui permet de ne pas diviser la carcasse inductrice contre les courants parasites; il suffit de feuilleter les environs des bobines induites dans lesquelles le flux subit une série d'oscillations.

Le nombre des culasses est nécessairement le tiers de celui des bobines de l'un des noyaux induits, intérieur ou extérieur, pour l'obtention de courants triphasés.

Ces machines étant destinées à l'accouplement direct avec leur machine à vapeur ne possèdent qu'un palier supporté au centre de la carcasse inductrice par un demi-flasque à trois bras nervés; elle repose sur ses fondations par deux patins et un pied venus de fonte avec la carcasse.

Dans un autre type de machine, c'est la carcasse polaire qui tourne à l'intérieur de la couronne induite fixe. Cette carcasse présente deux rangées de pôles; il n'y a qu'une bobine inductrice de grand diamètre; l'enroulement induit est à tambour et divisé en deux portions égales correspondant aux deux rangées polaires.

Voici les constantes principales de quelques machines à fer tournant, les machines A appartenant à la première catégorie de machines, et les machines O à la seconde; la fréquence est de 50 périodes par seconde.

TYPES	O_{600}.	O_{2000}.	A_{140}.	A_{285}.	A_{500}.
Voltage entre deux conducteurs, en volts. . jusqu'à	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Puissance utile pour l'éclairage, en watts ($\cos \varphi = 1$)	80 000	300 000	140 000	280 000	560 000
Puissance absorbée, correspondante, en chevaux, environ	120	435	200	400	800
Puissance utile dans le cas de moteurs, en watts ($\cos \varphi = 0,8$)	64 000	240 000	112 000	224 000	448 000
Puissance absorbée correspondante, en chevaux, environ	96	350	160	320	640
Vitesse angulaire, en tours par minute	500	380	187	150	150
Courant d'excitation, en ampères sous 110 volts	18	24	30	50	80

MOTEURS TRIPHASÉS

Les moteurs à courants triphasés construits par la Compagnie de Fives-Lille se différencient les uns des autres, d'abord par le genre d'enroulement des inducteurs (anneau ou tambour), et ensuite par les conditions de démarrage.

La figure 3 représente un moteur triphasé avec enroulement inducteur en anneau; la figure 4, un moteur à enroulement inducteur en tambour, avec fourches de connexion; la figure 5 montre l'application d'un moteur triphasé à une turbine essoreuse ordinaire de sucrerie.

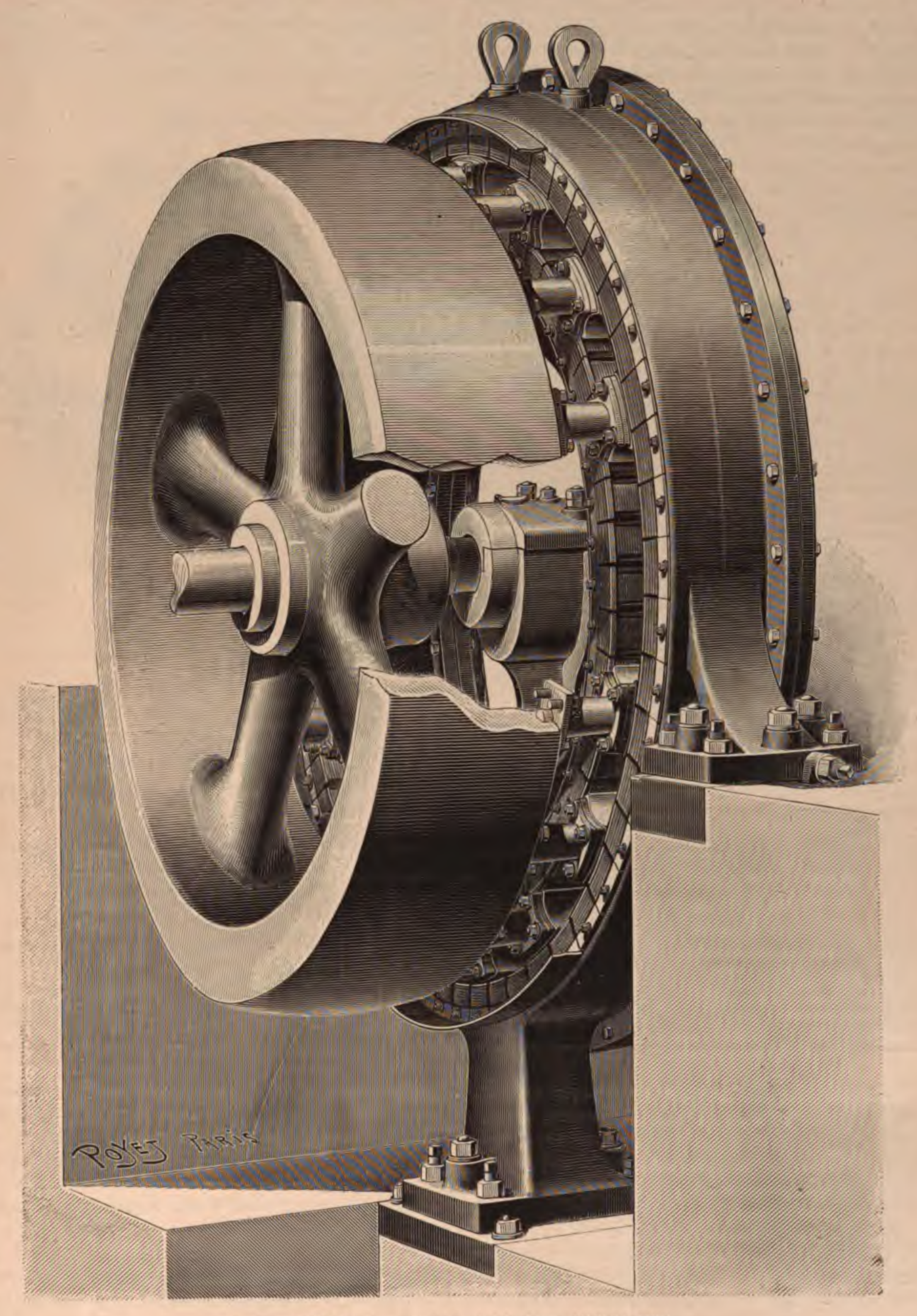


Fig. 2. — Génératrice à courants triphasés à fer tournant (140 kilowatts).

Tous ces moteurs sont d'une construction simple et robuste; le noyau induit est constitué par une série de disques de tôles montés sur un croisillon emmanché sur l'arbre à la presse hydraulique, et serrées entre deux joues dont l'une est venue de fonte avec le croisillon et l'autre rapportée et maintenue par une frette en fer. Le noyau induit ainsi constitué est percé d'une série de trous également espacés dans lesquels passent les barres d'induit; les extrémités de toutes les barres sont réunies de chaque côté par une bague dite de court-circuit.

Le système inducteur est composé également d'un noyau de tôles cylindrique et concentrique au premier; ce noyau porte intérieurement une série d'encoches longitudinales dans lesquelles sont logés les fils inducteurs; dans le cas d'un enroulement en tambour et à fils, des taquets spéciaux supportent les conducteurs.

Afin de diminuer l'influence de la dispersion magnétique, les encoches dans les tôles aboutissent toujours à la périphérie, la distance entre les bords des encoches en ce point variant de 1 à 3 mm; pour la même raison, on n'emploie jamais plus d'une rangée de barres et on les place très près du contour extérieur.

En général, les moteurs à faible résistance d'induit ont un excellent rendement en charge, le couple normal étant obtenu avec un glissement très faible; mais ils ont l'inconvénient d'avoir au démarrage un couple peu élevé, ce qui conduit à employer ces moteurs avec des embrayages qui n'entrent en action qu'une fois le moteur lancé à sa vitesse; un autre artifice consiste à détendre la courroie au moment du démarrage, et à la tendre ensuite. Du reste, un grand nombre d'applications ne demandent pas un démarrage en charge, et les moteurs dont nous parlons ont presque toujours un couple suffisant pour vaincre les faibles résistances passives du départ. Néanmoins, pour les moteurs de ce genre d'une puissance supérieure à 50 chevaux, on prévoit ordinairement 1 rhéostat liquide de démarrage que l'on introduit dans

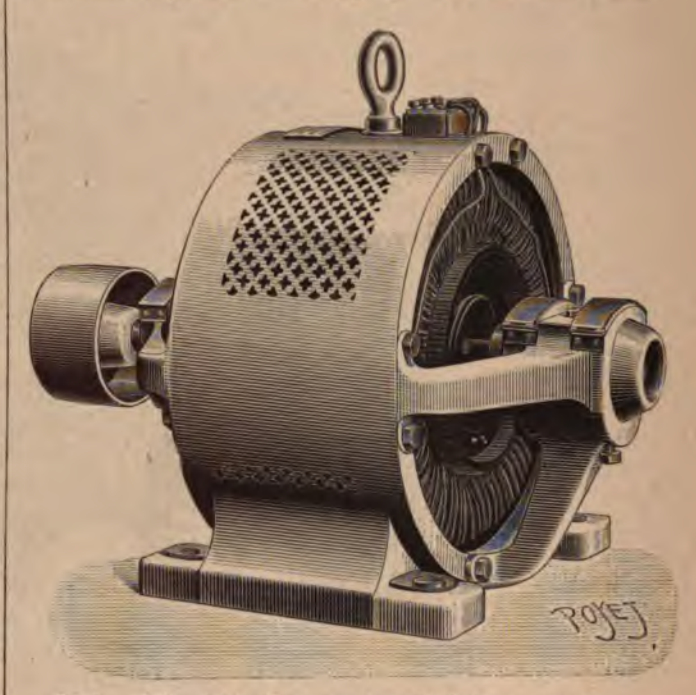


Fig. 3. — Moteur triphasé avec enroulement inducteur en anneau.

le circuit inducteur, afin de diminuer l'à-coup qui se produit à ce moment.

Le tableau suivant donne les éléments de fonctionnement de ces moteurs; ils marchent avec une fréquence de 50 périodes de seconde; ceux d'une puissance supérieure à 3 chevaux sont ordinairement munis d'un rhéostat liquide de démarrage; le mode de montage est celui en étoile.

TYPES.	DR_1.	DR_2.	DR_3.	DR_5.	DR_{10}.	DR_{20}.	DR_{30}.	DR_{50}.	DR_{80}.	DR_{100}.	DR_{150}.	DR_{200}.	DR_{300}.
Puissance utile, en chevaux, environ	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	3	5	8	10	15	20	30
Voltage entre deux conducteurs	110	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Vitesse angulaire, en tours par minute	2700	1425	1425	1425	1425	1425	1425	1425	1425	950	950	475	320
Décalage, $\cos \varphi =$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,75	0,75	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Rendement industriel $\eta =$	»	»	»	0,70	0,74	0,80	0,80	0,84	0,84	0,86	0,87	0,88	0,90
Poids de l'induit, en kg	3	»	14	17	26	30	36	63	85	105	150	290	390
Poids total du moteur, en kg	8	»	45	68	95	125	155	260	360	420	630	1000	1400

Pour les applications nécessitant un couple de démarrage important, un moyen simple d'augmenter le couple au démarrage entre certaines limites consiste à intercaler des résistances dans l'induit; mais ceci oblige à employer des bagues collecteuses et des balais, que ce soit l'induit ou l'inducteur qui tourne.

Mais il existe des cas où l'emploi de contacts frottants est inacceptable; c'est ce qui se présente entre autres pour les turbines à sucre : le couple de démarrage doit être très fort dans ces turbines, toute la masse devant ordinairement atteindre sa vitesse normale en deux minutes environ; la Compagnie de Fives-Lille construit pour ces applications spéciales des moteurs sans bagues ni balais, dans lesquels l'enroulement induit a une résistance relativement forte; à cet effet, les barres portent à leurs extrémités des lames en forme de développantes qui viennent se connecter à deux bagues de court-circuit placées près de l'arbre, alors que dans les moteurs ordinaires elles sont près de la périphérie; le métal des barres proprement dites est toujours le cuivre, de manière à ne pas avoir un trop grand échauffement dans les parties encastrées, mais par contre les développantes sont,

suivant les cas, en cuivre, en laiton ou en fer, ces deux derniers métaux ayant une résistivité de beaucoup supérieure à celle du premier.

On obtient ainsi, en sacrifiant fort peu sur le rendement, des moteurs essentiellement pratiques et qui ont trouvé aussitôt de nombreuses applications.

Turbine Hubner. — La Compagnie de Fives-Lille a réalisé, à la sucrerie d'Abbeville ainsi qu'à la raffinerie Sommier, des applications fort intéressantes des moteurs triphasés à l'actionnement des turbines à sucre système Hubner; la difficulté consistait à obtenir dans ces appareils deux vitesses : en effet, on commence par tourner à

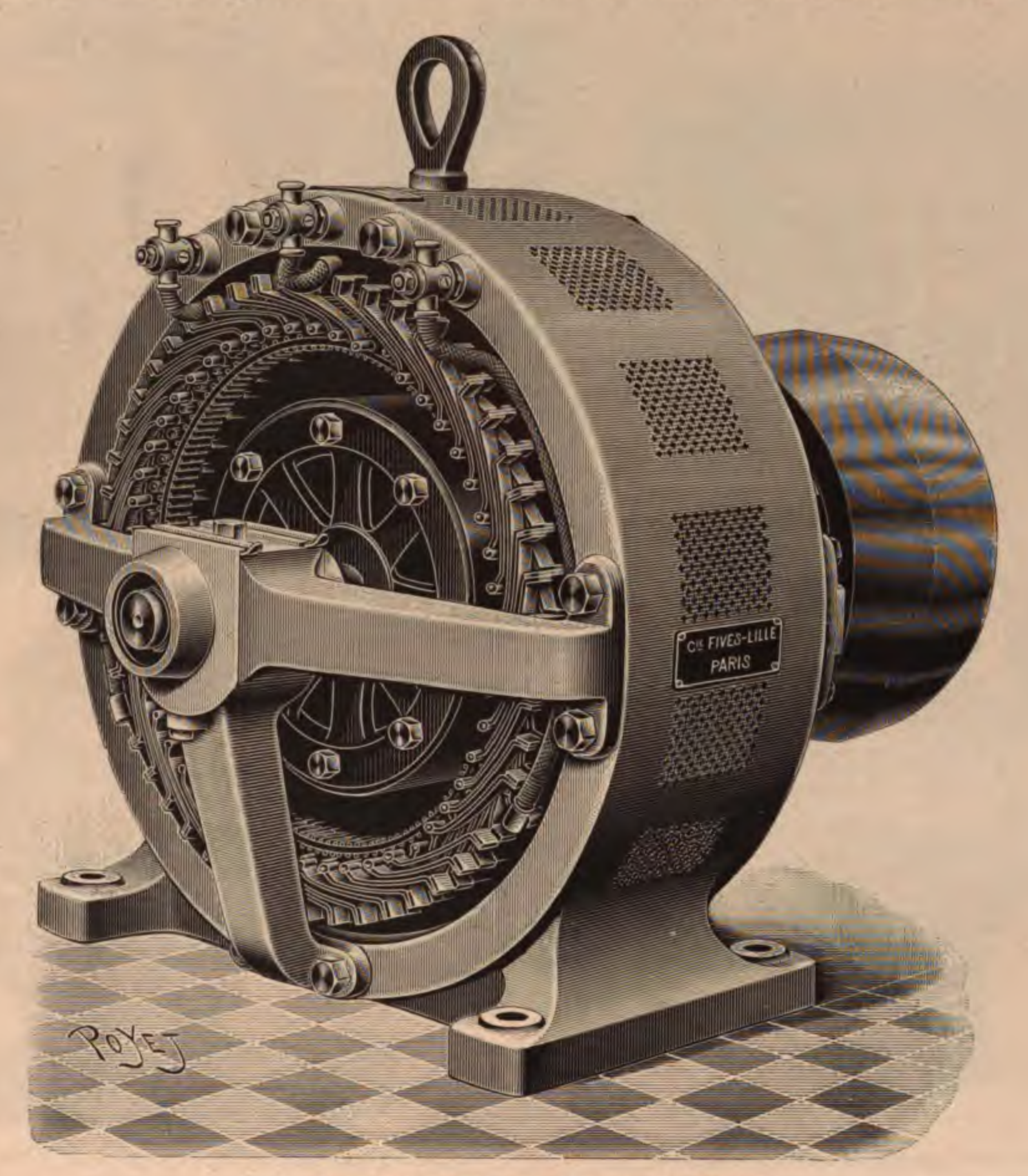


Fig. 4. — Moteur triphasé avec enroulement inducteur en tambour.

environ 500 tours, puis l'on remplit la turbine de masse cuite qui vient se loger dans une série de cellules ayant la forme des plaquettes à obtenir; on conserve la vitesse de 500 tours jusqu'à ce que les sirops contenus dans la masse soient complètement chassés; on verse alors les sirops de clairçage et l'on porte la vitesse à 1000 tours.

Pour obtenir ces deux valeurs de la vitesse, une solution consiste à doubler, par une manœuvre de commutateur, le nombre de pôles du moteur, en conservant la même génératrice au même voltage; mais comme le nombre des bobines inductrices est toujours assez considérable, surtout pour un grand moteur, il en résulte des appareils de commutation très compliqués.

En général, la Compagnie de Fives-Lille préfère employer deux génératrices avec deux périodes différentes, 50 et 25; si le voltage est le même aux bornes des deux génératrices, on fait travailler le fer aux mêmes inductions pour les deux vitesses, en partageant chacune des phases de l'enroulement inducteur en deux parties égales que l'on couple en tension dans le cas de la plus

petite vitesse et en quantité dans celui de la plus grande; le commutateur qui permet d'actionner le moteur par l'une ou l'autre génératrice et opère en même temps le couplage convenable est alors très simple; de plus on peut faire varier la vitesse de la génératrice en fonctionnement et brancher ensuite sur l'autre à sa vitesse de régime, c'est-à-dire obtenir de grandes variations de vitesse.

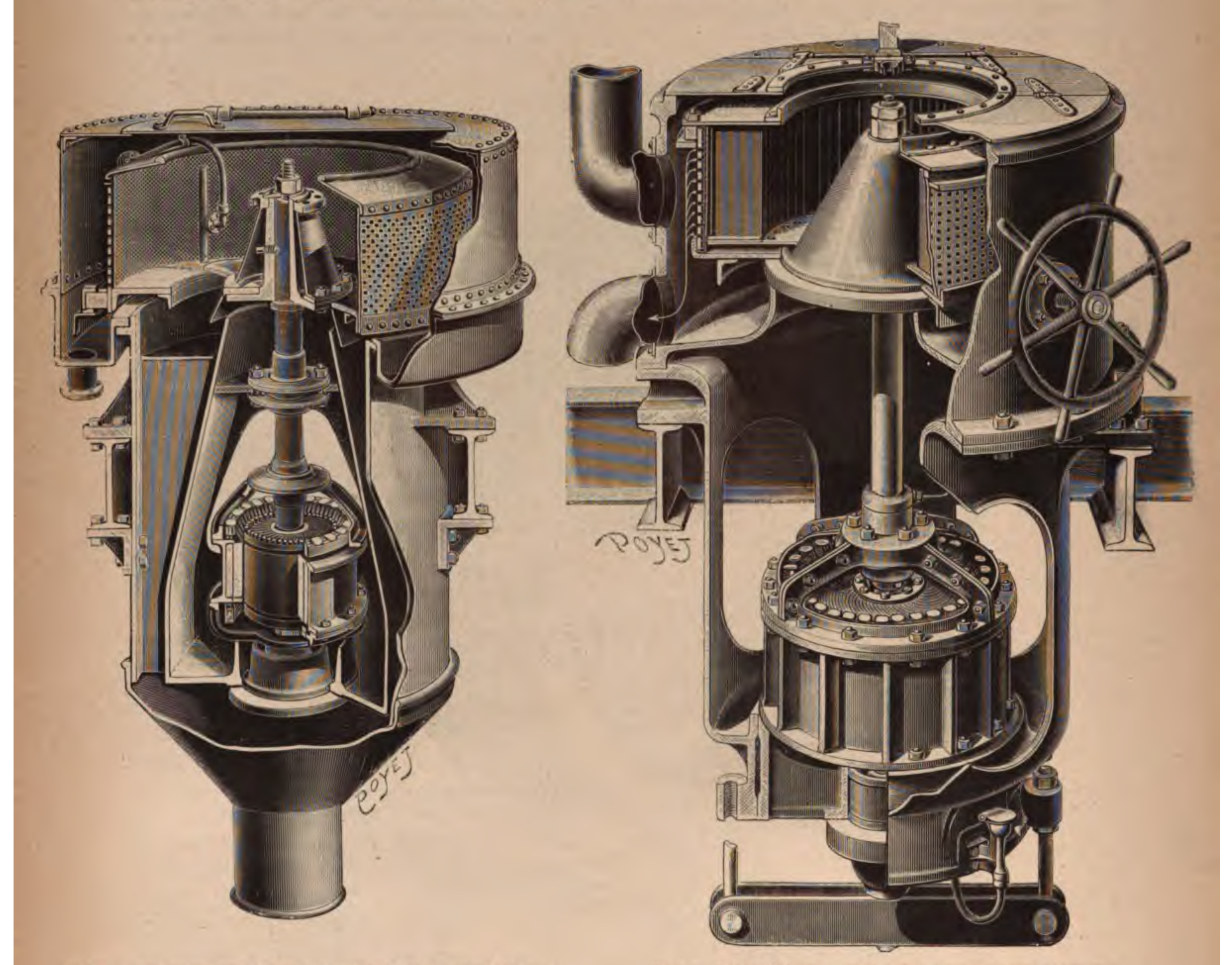


Fig. 5. — Turbine essoreuse de sucrerie, actionnée par un moteur triphasé.

Fig. 6. — Turbine Hubner, actionnée par un moteur à courants triphasés.

La figure 6 représente une vue perspective d'une turbine Hubner actionnée par un moteur triphasé placé à sa partie inférieure.

TRANSFORMATEURS TRIPHASÉS

Les transformateurs triphasés construits par la Compagnie de Fives-Lille sont du type à noyaux; chaque transformateur comporte trois noyaux formés de feuilles de tôle rectangulaires de même longueur et de même épaisseur, mais de largeurs différentes, de manière à obtenir une section se rapprochant d'un cercle. Les trois noyaux sont réunis à leurs extrémités par quatre culasses également en tôles dont les plaques d'extrémités viennent coulisser dans celles des noyaux; les joints sont parfaitement dressés, de manière à n'avoir qu'un très faible courant à vide.

Les bobinages primaires et secondaires sont placés sur les noyaux et disposés de manière à n'avoir qu'une faible dispersion; par exemple, dans le transformateur de la figure 7, les bobines primaires et secondaires sont placées l'une contre l'autre et toujours alternées, avec une grande

division des bobinages; dans d'autres types, l'un des bobinages, celui à haute tension par exemple, est recouvert par l'autre; cette disposition est surtout adoptée avec la construction verticale; on réserve alors un certain vide entre les noyaux et le bobinage à haute tension d'une part, entre les deux bobinages d'un même noyau d'autre part, de manière à obtenir une circulation d'air assez active; dans les grands transformateurs surtout, ceci procure une ventilation parfaite des noyaux et des bobinages.

Les inductions dans le fer des noyaux sont toujours très faibles : leur valeur maxima ne dépasse guère

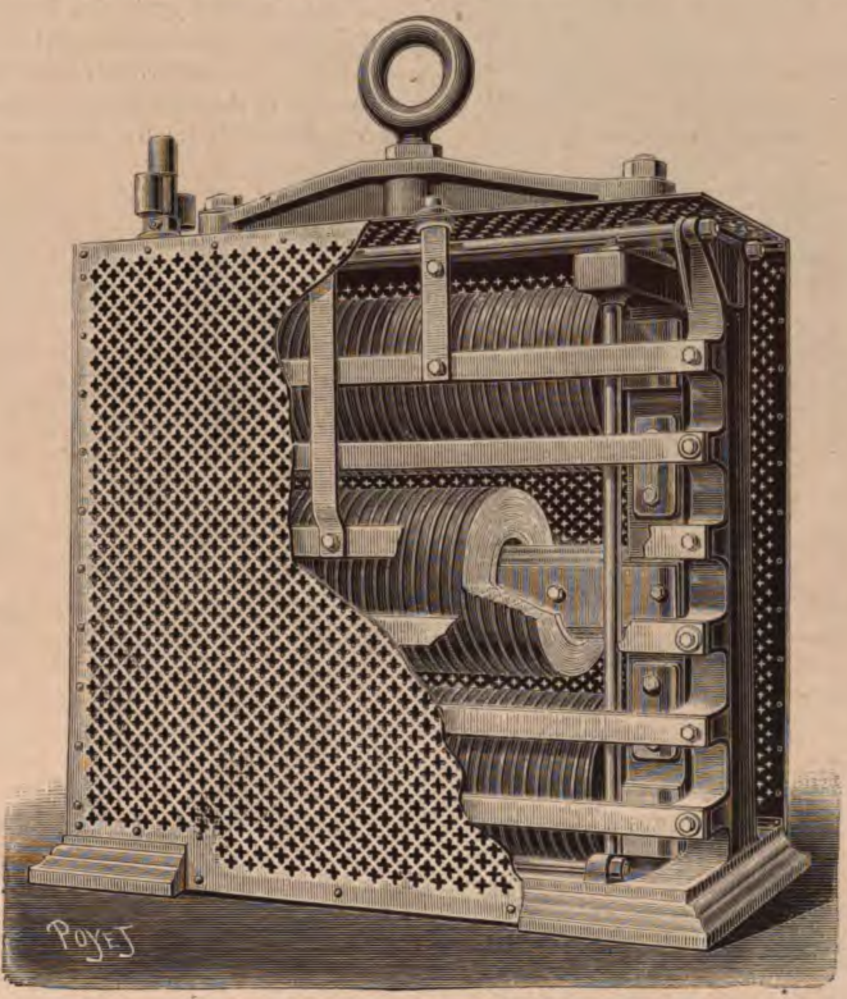


Fig. 7. — Transformateur à courants triphasés de la Compagnie de Fives-Lille.

5000 gauss pour une fréquence de 50 périodes par seconde; le rendement de ces appareils varie de 95 pour 100 pour celui de 20 kilowatts à 98 pour 100 pour celui de 160 kilowatts. Voici les principales données des transformateurs à noyaux horizontaux, dont la figure 7 montre les dispositions.

PUISSANCE EN KILOWATTS	2.	3.	5.	8.	10.	15.	20.	30.	45.	60.	80.	100.
Voltage de la haute tension entre deux conducteurs	2000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Rendement à pleine charge	0,90	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,9	0,95	0,96	0,93	0,97
Poids, en kg	135	160	185	280	330	480	610	860	1250	1650	2130	2600

Applications. — Les applications des courants triphasés sont absolument générales; on leur a reproché longtemps la difficulté qu'il y avait à faire de l'éclairage avec ce système; mais ceci n'existe plus : en employant des machines à très faible réaction d'induit (grand entrefer), le voltage entre deux conducteurs est pratiquement indépendant de la charge, ce qui permet même de faire à la fois de l'éclairage et du transport d'énergie électrique par courants triphasés; plusieurs stations centrales, notamment celles de Strasbourg et de Dresde, fonctionnent du reste avec ce système.

Le système de distribution par courants triphasés

répond donc à la plupart des desiderata; de plus, comme nous l'avons vu plus haut, il est le seul acceptable pour de nombreuses applications où la sécurité et le minimum de surveillance sont des conditions essentielles, entre autres pour les sucreries et les mines grisouteuses; ajoutons que le matériel de la Compagnie de Fives-Lille se recommande en outre par les soins apportés à sa construction: aussi cette Compagnie a-t-elle pu réaliser, avec ce système, un grand nombre d'installations que nous décrirons ultérieurement.

PAUL GIRAULT.

TRAMWAY ÉLECTRIQUE

DE LA COMPAGNIE WESTINGHOUSE A LONDRES

La plus grande partie des tramways électriques en exploitation à l'heure actuelle sont du système à fil aérien avec retour par la terre. On connait les inconvénients de ce système et les différents reproches qu'on lui adresse; pour y remédier, les inventeurs ont imaginé de nombreuses dispositions; parmi celles qui ont reçu des applications, il y a les systèmes dans lesquels la prise de courant se fait sur des contacts ou touches placés à fleur de sol, mais dans lesquels le courant ne passe qu'au moment du passage du véhicule, cette répartition étant opérée au moyen de distributeurs appropriés. On conçoit de suite les avantages que les promoteurs de ces systèmes peuvent invoquer par rapport aux dispositions par conducteur aérien et à celles par conducteur souterrain placé dans un caniveau spécial.

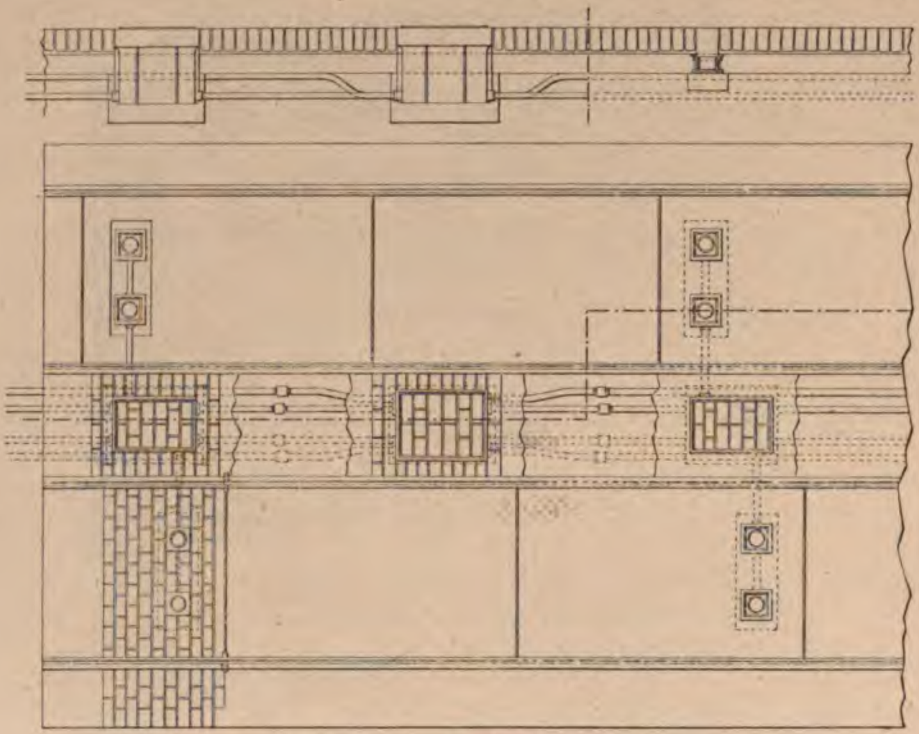


Fig. 1 et 2. — Coupe longitudinale et plan.

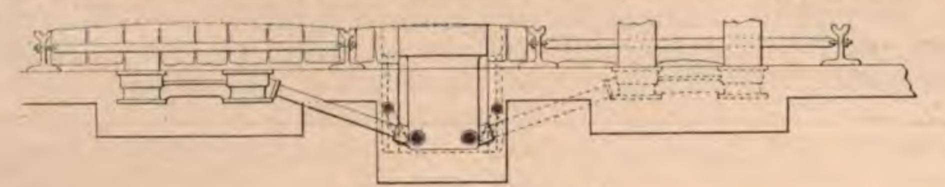


Fig. 3. — Coupe transversale.

Dans cette catégorie se range le système Claret et Vuilleumier, qui a été appliqué à titre d'essai à l'Exposition de Lyon en 1894 et que l'on pourra voir fonctionner très prochainement à Paris, entre la place de la République et Romainville.

A cette même catégorie appartient également un système appliqué depuis 1894, à Washington, dans la North Capitole street et que l'on peut maintenant voir à Londres dans Victoria street, où il est établi par la *Westinghouse Electric C°* et où la disposition primitive a d'ailleurs été modifiée.

Dans ce système, les voitures employées sont du type ordinaire employé dans la traction électrique, seulement chacune d'elles porte une petite batterie dont les pôles

sont reliés l'un à la terre, l'autre à une longue barre de fer disposée sous la voiture pour venir en contact avec des touches ayant la forme de boutons ou de macarons de 100 mm de diamètre environ et dont le sommet fait saillie sur le sol de 10 à 15 mm environ. Ces touches sont placées entre les rails, et leur écartement est tel que les barres de contact qui ont à peu près la longueur des voitures soient toujours en prise avec deux touches; de

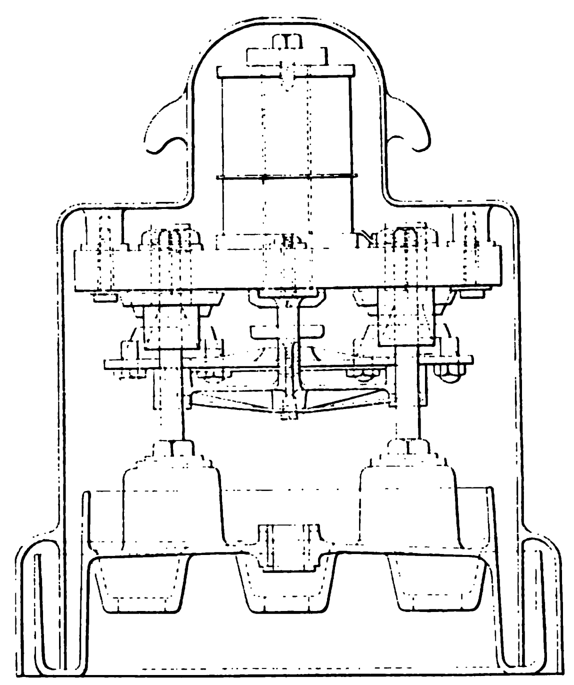


Fig. 4. — Coupe transversale.

Fig. 5. — Coupe longitudinale.

cette manière le circuit de la batterie de la voiture est fermé sans interruption par les touches correspondantes. D'ailleurs ces dernières ont leur surface striée de manière à empêcher les chevaux de glisser lors de leur passage. Une seconde barre de fer est placée sous la voiture parallèlement à la première et vient en contact avec des tou-

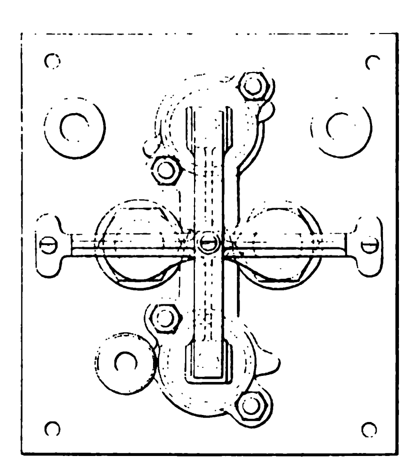


Fig. 6. — Vue en plan.

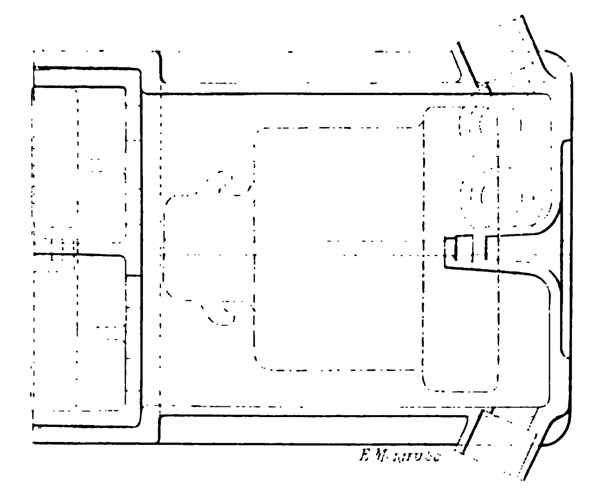


Fig. 7. — Ensemble de la boîte du commutateur et de son enveloppe.

ches placées à côté des premières et par où les voitures prendront le courant qui leur est nécessaire pour les faire mouvoir, comme on le verra plus loin.

Ces barres sont d'ailleurs suspendues au moyen de ressorts afin d'amortir les chocs au moment du contact avec les touches.

Les touches dont il vient d'être parlé forment les extrémités d'un commutateur électromagnétique placé dans une boîte enterrée dans la chaussée à côté de la voie dans le cas d'une voie unique, et dans l'entre-voie dans le cas d'une double voie.

Lorsqu'une voiture passe sur une série de touches, le circuit de sa batterie est fermé par la barre et la touche correspondante; l'armature de l'électro-aimant du commutateur est attirée, et dans ce mouvement elle établit la communication entre la conduite électrique principale

(chargée à 500 volts par l'usine centrale) et la touche voisine de la première d'où, par la barre de contact correspondante, le courant passe aux électromoteurs de la manière ordinaire.

Dès que la voiture a dépassé cette série de touches, les barres de contact ne sont plus en contact avec les touches considérées, le courant de la pile de la voiture ne passe plus dans l'électro du commutateur; l'armature de celui-ci retombe sous l'action de son propre poids et de celle d'un ressort antagoniste, interrompt le courant pris à l'usine centrale et ne le laisse plus aboutir à la touche correspondante affleurant le sol. De sorte que quand la voiture est passée, il n'y a aucun danger à ce que les personnes ou les chevaux viennent à passer sur ces touches; en d'autres mots, les touches ne sont pas chargées électriquement à moins qu'elles ne soient recouvertes par les voitures mêmes. En effet, nous avons vu plus haut que la longueur des barres de contact et l'espacement des touches sont tels qu'il y ait toujours deux touches en contact avec les barres correspondantes, ce qui a pour effet de ne jamais interrompre le circuit des piles de la voiture.

La disposition représentée sur les figures 1 à 3 ne comporte que deux touches, car les retours du courant, tant pour la batterie de la voiture que pour la conduite électrique venant de l'usine centrale, se font par la terre; mais la même Compagnie a une disposition dans laquelle le retour du courant de la batterie se fait par une touche spéciale; il faut alors trois touches en ligne et trois barres de contact sous les voitures; c'est là une complication coûteuse et qui ne paraît pas bien utile.

Les commutateurs sont représentés figures 4, 5 et 6; les bobines de l'électro-aimant se composent de deux parties, une de fil fin qui reçoit le courant de la petite batterie portée par les voitures, l'autre en gros fil qui reçoit le courant fourni aux électromoteurs par l'usine centrale. L'action de ce second circuit est simplement de renforcer celle du premier pour augmenter la force d'attraction de l'électro-aimant afin d'assurer un bon contact.

L'armature de l'électro-aimant attirée par l'action de la batterie de la voiture, amène en contact deux jeux de plaques de charbon. Dans un de ces jeux les plaques de charbon sont reliées ensemble électriquement, tandis que sur l'autre jeu elles sont isolées et reliées, l'une à la conduite électrique venant de l'usine centrale, l'autre à la touche correspondante sur la chaussée en traversant la bobine en fil gros de l'électro-aimant. De cette façon, quand les quatre plaques de charbon sont en contact, la communication est établie entre la conduite principale et la touche correspondante.

On emploie des plaques de charbon parce qu'elles ne se collent pas l'une à l'autre sous l'action du courant.

Comme l'indiquent les figures 4 et 5, ce commutateur est renfermé dans une boîte dont la partie supérieure a la forme d'une cloche à plongeur; le pourtour de la partie inférieure de cette cloche est pourvu d'une gorge qui vient elle-même s'emboîter dans la gorge du socle dont celui-ci est pourvu sur son pourtour. Cette dernière gorge est remplie d'huile, et l'on obtient ainsi un joint en chicane fait à l'huile, ce qui empêche la boue et l'humidité de pénétrer dans la boîte du commutateur.

Cette dernière est elle-même placée dans une caisse parallélépipédique en fonte, comme le montre la figure 7, et dont le couvercle affleure le sol de la chaussée.

Les conducteurs distributeurs du courant de l'usine centrale et ceux qui vont aux touches pénètrent dans cette caisse en fonte, puis dans la cloche du commutateur par des trous ménagés à cet effet dans le fond du socle et que le conducteur électrique remplit complètement. Avec cette disposition, la double boîte avec joint à l'huile pour la cloche, on conçoit que l'intérieur de cette dernière doit rester bien sec, même si la surface de la chaussée est recouverte d'eau.

Pour terminer il faut signaler la disposition par laquelle sont réunies les parties électriques des deux parties de la cloche : la partie supérieure ou cloche proprement dite porte à son sommet l'électro-aimant, la traverse qui le soutient, son armature avec ressort et les plaques de charbon.

Le courant arrive et sort par le socle comme nous l'avons déjà dit plus haut, et en tous cas, les conducteurs aboutissent à des bornes isolées formées par d'assez longues tiges fendues à leur extrémité supérieure et qui viennent s'introduire en formant contact dans des trous circulaires constituant les bornes de la partie supérieure et dont la partie inférieure desdits trous est évasée de manière qu'en plaçant simplement la cloche sur son socle le contact s'établisse à coup sûr, la partie supérieure de la tige formant ressort.

R. Séguela.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 23 mars 1896.

Sur les radiations invisibles émises par les sels d'uranium. — Note de M. Henri Becquerel. (*Extrait.*) — 1° *Action sur les corps électrisés.* — Dans une des dernières séances de l'Académie, j'ai annoncé que les radiations invisibles émises par les sels d'uranium avaient la propriété de décharger les corps électrisés : j'ai continué l'étude de ce phénomène au moyen de l'électroscope de M. Hurmuzescu et j'ai pu constater, autrement que je l'avais fait par la photographie, que les radiations en question traversent divers corps opaques, en particulier l'aluminium et le cuivre. Le platine a présenté une absorption beau-

coup plus considérable que les deux métaux précédents.

Lorsque l'on suit le rapprochement progressif des feuilles d'or de l'électroscope pendant la décharge, on reconnait que, pour des écarts qui ne dépassent pas 30°, les variations angulaires sont très sensiblement proportionnelles au temps, de sorte que la vitesse du rapprochement ou la fraction de degré dont les feuilles d'or se rapprochent en une seconde peut donner une idée des intensités relatives des radiations actives. Je rapporterai seulement ici les nombres relatifs à l'absorption au travers d'une lame de quartz, perpendiculaire à l'axe et ayant 5 mm d'épaisseur. Les vitesses sont exprimées en secondes d'arc et en secondes de temps.

Une lamelle de sulfate double d'uranyle et de potassium, placée au-dessous des feuilles d'or, dissipait la charge de l'électroscope avec une vitesse représentée par 22,50. L'interposition de la lame de quartz a réduit la vitesse à 5,43; le rapport des deux nombres est 4,15.

J'ai cherché si les radiations émanées de la paroi phosphorescente d'un tube de Crookes étaient affaiblies par la même lame de quartz dans un rapport qui fût du même ordre de grandeur. Un tube de Crookes a été disposé à l'extérieur de l'électroscope, en regard d'une des faces de la lanterne dont le verre avait été remplacé par une plaque d'aluminium de 0,12 mm d'épaisseur, et devant cette plaque on avait placé un écran en cuivre percé d'un trou circulaire de 15 mm de diamètre. Les radiations au travers du cuivre sont assez affaiblies pour que leur effet pût être négligé dans l'expérience présente. Lorsque le tube de Crookes était excité par une bobine d'induction, les feuilles d'or de l'électroscope se rapprochaient rapidement, environ de 1° en 1s,4, ce qui correspond à une vitesse de 2571,4, exprimée au moyen des unités adoptées plus haut.

Lorsque la lame de quartz bouchait l'ouverture circulaire, la vitesse de la chute des feuilles d'or devenait 163,63, soit 15,7 fois plus petite.

L'affaiblissement est près de quatre fois plus grand dans le second cas que dans le premier, mais il est du même ordre de grandeur. C'est le seul point que cette expérience mette en évidence. L'observation n'est pas contraire à l'hypothèse probable qui attribuerait la différence à ce que les rayons émis par le sel d'urane et les rayons émis par le tube ou par le verre phosphorescent n'ont pas les mêmes longueurs d'onde, mais les conditions différentes des deux expériences ne permettent pas d'affirmer cette hétérogénéité.

L'électroscope a permis de mettre également en évidence la faible différence entre l'émission d'une lamelle de sel d'urane maintenue depuis onze jours à l'obscurité, et l'émission de la même lamelle vivement éclairée au magnésium. Dans le premier cas, la vitesse de la chute des feuilles était 20,69, et après l'excitation lumineuse elle est devenue 23,08.

On ignore ce que deviennent les charges électriques ainsi dissipées, comme si les diélectriques étaient rendus conducteurs pendant qu'ils sont traversés par ces radiations. L'expérience a montré que la lamelle cristalline convenablement isolée ne se chargeait pas, tout en déchargeant l'électromètre; en outre, une lamelle mise pendant longtemps en présence de l'appareil ne lui a communiqué aucune charge.

Sur un moyen de communiquer aux rayons de Röntgen la propriété d'être déviés par l'aimant. — Note de M. A. Lafay, présentée par M. A. Cornu. — Ayant entrepris quelques recherches sur les rayons de Röntgen, j'ai pensé qu'il serait utile d'examiner si, parallèlement au phénomène de la décharge des corps électrisés provoquée par ces rayons, il ne se produisait pas un changement dans leur nature. Des considérations fondées sur certaines analogies m'ont conduit à supposer que, si pareil fait était exact, les rayons modifiés devaient être sensibles à l'action d'un champ magnétique. C'est dans cette idée que j'ai entrepris, à la date du 4 mars, l'expérience suivante.

Au-dessous d'un tube de Crookes et à environ 0,5 cm de la partie la plus brillante, je dispose un écran en plomb percé d'une fente de 2 mm de large; 0,04 m plus bas, un second écran en plomb, portant une fente de 5 mm de large, complètement fermée par une feuille d'argent excessivement mince, supporte un fil de platine de 1,5 mm de diamètre, exactement placé dans l'axe de l'ouverture et en face de la lamelle d'argent.

Ce dispositif permet, comme on le voit, de projeter sur une plaque sensible placée au-dessous l'ombre du fil de platine, à l'aide du faisceau de rayons déterminé par les deux fentes.

Pour modifier ces rayons, je relie la feuille d'argent au pôle négatif de la bobine d'induction qui actionne le tube, de telle sorte que le faisceau qui la traverse a nécessairement subi l'influence de l'électrisation.

Lss rayons électrisés passent ensuite entre les armatures d'un électro-aimant capable de produire un champ d'environ 400 unités C.G.S. dont les lignes de force sont parallèles aux fentes; ils viennent enfin rencontrer la plaque sensible convenablement entourée de papier noir et *fixée sur un support invariable*.

Afin de constater l'existence d'une déviation même très faible, je place pendant la première moitié de l'expérience, sur la partie droite de la plaque sensible, un écran en plomb que je fais glisser sur la partie gauche au moment où l'on change le sens du courant dans l'électro. De cette manière, l'éloignement des deux segments de l'ombre portée par le fil donne la mesure du double de la déviation produite par le champ magnétique.

Dans une première expérience, en plaçant la plaque sensible à 8 cm seulement des armatures de l'électro-aimant, j'ai obtenu un cliché sur lequel j'ai pu observer une déviation presque insensible, et attribuable jusqu'à un certain point à une illusion d'optique.

Il n'en est plus de même si l'on porte à 15 cm la distance de la plaque; on obtient alors une épreuve semblable à celle que j'ai l'honneur de présenter à l'Aca-

démie et qui ne laisse plus de doute sur l'exactitude de mon hypothèse.

Quant au sens de la direction, il se détermine par la même règle que celui des déviations magnétiques des rayons cathodiques à l'intérieur du tube de Crookes.

J'ai répété la même expérience dans des conditions absolument identiques, *sans électriser le deuxième écran*, et j'ai obtenu deux ombres qui se prolongent exactement, ce qui est conforme au fait déjà connu qu'un champ électrique est sans action *sensible* sur les rayons de Röntgen.

Sur l'action mécanique émanant des tubes de Crookes. — Note de M. J.-R. Rydberg, présentée par M. Mascart. — Dans le n° 6 (10 février 1896) des *Comptes rendus*, MM. Gossart et Chevallier ont montré que, dans le voisinage d'un tube de Crookes, un radiomètre mis en mouvement par une chaleur étrangère se cale devant le tube, avec une orientation bien fixe, après des oscillations pendulaires.

Les résultats de ces recherches offrent un intérêt particulier, parce qu'ils semblent indiquer une méthode exacte de mesurer l'intensité de rayonnement, si l'on peut démontrer que les actions mécaniques observées ont la même origine que les actions photographiques.

J'ai donc répété les expériences citées et j'ai obtenu les mêmes résultats. Mais, en employant un pendule électrique ordinaire, pour voir s'il serait possible de produire ces phénomènes dans l'air à la pression ordinaire, j'ai constaté que toutes les actions observées sur le radiomètre tiraient leur origine de la couche bien connue d'électricité positive avec laquelle la surface extérieure anticathodique du tube de Crookes est couverte pendant la décharge. Le calage du radiomètre, les oscillations pendulaires autour d'une position d'équilibre, l'influence de la distance du tube sur la force exercée se montrent absolument identiques avec les actions qu'on observe en approchant du radiomètre un conducteur chargé positivement d'une forme ressemblant à celle du tube.

Quant à la perméabilité pour les actions mécaniques, les corps signalés comme transparents sont des diélectriques, et les corps opaques sont de bons conducteurs, lesquels n'étant pas isolés du sol ont empêché l'influence de la couche électrique du tube sur les ailettes métalliques du radiomètre. En renfermant le radiomètre dans un cylindre de Faraday, formé d'une feuille d'étain mince qui n'arrête pas l'action photographique, on trouve que le rayonnement du tube n'y produit pas plus d'action mécanique que ne le fait, dans les mêmes conditions, un conducteur chargé d'électricité. Dans ces circonstances, il m'a été possible d'obtenir des photographies de Röntgen à travers un radiomètre sans y apercevoir la moindre trace des actions mécaniques.

La persistance du calage du radiomètre, après que le courant a été interrompu, tire évidemment son origine de la même source, la charge électrique du verre ne se perdant que lentement dans l'air ambiant. En ôtant, d'une manière quelconque, la charge extérieure du tube, on trouve que l'action sur le radiomètre disparaît instantanément, si l'influence n'a pas duré assez longtemps pour induire des couches électriques sur les parois du radiomètre.

Toutes les modifications que subit, d'après les auteurs, le champ de force mécanique par des aimants, des courants électriques, etc., s'expliquent également par les variations du champ électrique par l'introduction des corps conducteurs. Un aimant n'agit donc que dans cette qualité, aucune différence n'étant perceptible entre les actions des deux pôles.

De tous ces faits nous concluons que les phénomènes observés par MM. Gossart et Chevalier *sont dus à l'influence de la couche d'électricité positive de la surface extérieure du tube sur les ailettes métalliques du radiomètre et n'ont rien à faire avec les rayons de Röntgen.*

Origine des rayons de Röntgen. — Note de M. Jean Perrin, présentée par M. Mascart. (*Extrait.*) — Le professeur Röntgen a dit, dans son Mémoire, que les rayons X n'émanent pas des électrodes, mais des régions où les rayons cathodiques frappent la paroi du tube à vide. Même, en prenant une paroi d'aluminium, il a prouvé que la fluorescence visible est inutile. Pourtant, l'accord ne s'est pas fait, et des résultats d'apparence contradictoire ont été récemment publiés. J'ai donc tenté de nouvelles expériences à ce sujet. Elles montrent que les rayons X se développent effectivement sur les parois *internes* du tube, plus généralement aux points où un obstacle quelconque arrête les rayons cathodiques, et pas en d'autres points.

En résumé, *aux points où une matière quelconque arrête les rayons cathodiques, se développent des rayons de Röntgen*, et il ne paraît pas s'en développer en d'autres points.

Ces rayons divergent dans toutes les directions; seulement certaines substances, telles que le cristal, les absorbent rapidement; on comprend ainsi pourquoi les tubes en cristal ont un rendement faible, quoique la production y soit intense. Toute l'importance pratique des tubes à fluorescence verdâtre résulte de la transparence du verre dont ils sont formés [1].

Recherches concernant les propriétés des rayons X. — Note de MM. le prince B. Galitzine et A. de Karnojitzky, présentée par M. L. Cailletet. (*Extrait.*) — En poursuivant, avec de nouveaux tubes de Crookes, de formes diverses, les recherches que nous avons déjà soumises à l'Académie, nous avons obtenu de nouvelles photographies d'après lesquelles les centres d'émission des rayons X sont nettement caractérisés.

D'après l'ensemble de nos recherches, l'existence, dans quelques cas, d'un centre d'émission d'origine anodique semble être mise désormais hors de doute. On observe en

[1] Travail fait au laboratoire de physique de l'École normale

outre quelquefois que, si l'on intervertit l'anode et la cathode, le nouveau centre anodique se produit là où se trouvait auparavant le centre cathodique, mais ce dernier est toujours plus intense.

Pour expliquer l'ensemble des faits observés, nous avons, dans notre note précédente, proposé l'hypothèse des foyers, qui semble bien correspondre à tous les détails de nos expériences et qui, d'ailleurs, est d'accord avec ce fait, que les centres d'émission se trouvent d'ordinaire dans le voisinage de l'endroit où le verre du tube de Crookes devient fortement fluorescent, vu que c'est précisément là que l'action des rayons cathodiques se concentre. C'est cette hypothèse qui nous paraît offrir le plus de vraisemblance....

Il se présente une autre question. Les rayons X correspondent-ils à des vibrations longitudinales ou à des vibrations transversales? Cette question pourrait être tranchée si l'on pouvait démontrer qu'ils se polarisent.

Les premières recherches que nous avons entreprises à ce sujet ont échoué. Nous avons alors fait préparer trois petites plaques de tourmaline très minces (environ 0,5 mm d'épaisseur). Sur la plus grande se posaient les deux autres, une parallèlement et l'autre perpendiculairement à la première. S'il y a polarisation là où les plaques sont croisées, on doit s'attendre à voir l'action des rayons X affaiblie. Il va sans dire que l'action de la lumière ordinaire a été exclue et qu'on a changé plusieurs fois la position relative des petites plaques, afin d'éliminer toute influence d'inégale épaisseur ou de manque d'homogénéité. Dans les huit épreuves obtenues, on peut distinguer que là où les plaques ont été croisées l'action photochimique des rayons X a été moindre.

On peut en conclure que les rayons X se polarisent et, par suite, qu'ils correspondent à des vibrations transversales.

Sur la réduction de temps de pose dans les photographies de Röntgen. — Note de MM. Georges Meslin. (*Extrait.*) — J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie, au sujet des rayons de Röntgen, un perfectionnement qui permet de réduire encore, dans des proportions notables, la durée de la pose. Il consiste à se servir d'un électro-aimant, ou même d'aimants permanents, pour créer un champ magnétique perpendiculaire aux rayons cathodiques dans l'intérieur du tube. Par ce procédé, on déplace et l'on concentre en même temps la tache fluorescente d'où émanent les rayons X. On obtient ainsi un double avantage.

En premier lieu, on condense la tache active en face du diaphragme circulaire, de façon à faire passer la totalité des rayons primitivement disséminés sur la calotte de verre; on augmente donc l'intensité sans diminuer la netteté. En second lieu, on peut alors, dans les différentes expériences, utiliser successivement les diverses régions du tube : ce résultat a une certaine importance, car, lorsqu'on emploie toujours la même région, la tache, qui était d'abord verte, devient peu à peu jaunâtre, au fur et à mesure qu'il se forme un léger dépôt brun qui finit par rendre cette région inactive; on peut, au contraire, en déplaçant très peu l'électro-aimant, utiliser chaque fois une partie nouvelle([1]).

Procédé permettant d'abréger le temps de pose pour la photographie aux rayons X. — Note de M. Basilewski, présentée par M. Lannelongue. (*Extrait.*)

... Pour abréger le temps de pose, dans la photographie des corps opaques, j'ai cherché à mettre à profit la propriété que possèdent les rayons X de rendre lumineux certains corps fluorescents....

Je prends une plaque sensible (A. Lumière) face en dessus, je la recouvre d'une feuille de papier enduite d'une couche de platinocyanure de baryum, de manière que les deux surfaces préparées se touchent; j'enveloppe le tout dans deux feuilles de papier noir; je place ensuite, sur la plaque ainsi disposée, les objets à photographier, et je laisse agir les rayons X à la manière ordinaire. Il va sans dire que la couche sensible de la plaque doit se trouver en dessus, et non en dessous, puisque les rayons X ne traversent pas le verre, et que, par conséquent, la feuille de papier fluorescent doit se trouver *entre la plaque et l'objet*.

Par ce procédé, le squelette de la main a été obtenu en dix minutes; une épreuve, montrant des pièces de monnaie et un crayon porte-mine, en *trois minutes* seulement; malgré cette pose si courte, on voit fort bien la mine à l'intérieur du crayon.

On peut également employer d'autres sels fluorescents. J'ai obtenu de bonnes épreuves avec le bisulfate de quinine, mais ce sel demande une pose plus longue, le double environ.

La bobine dont j'ai fait usage donne 10 cm d'étincelles avec 8 éléments Radiguet au bichromate de potasse.

Réduction du temps de pose dans la photographie par les rayons X. — Note de MM. A. Imbert et Bertin-Sans, présentée par M. d'Arsonval. (*Extrait.*) — Nous nous sommes proposé, en employant seulement le dispositif le plus facile à réaliser, pile, bobine et tubes de Crookes, sans avoir recours à des courants très intenses et tout en interposant un diaphragme, dont la suppression n'augmenterait l'intensité du faisceau utilisé qu'aux dépens de la netteté, de réduire la durée du temps de pose nécessaire pour l'obtention de photographies des diverses régions du corps humain.

A cet effet nous avons cherché à augmenter, toutes choses égales d'ailleurs, la puissance d'un tube de Crookes et avons obtenu des résultats satisfaisants en déviant par un aimant le faisceau intérieur des rayons cathodiques. Ce faisceau, dans nos tubes, est constitué par des rayons qui divergent à partir de la cathode; il y avait donc lieu de croire qu'en déviant ces rayons de manière à leur faire rencontrer la paroi en verre plus près de la cathode, alors qu'ils ne se sont pas encore notablement dispersés, on déterminerait une fluorescence plus intense et l'on accroi-

([1]) Pour explorer le champ autour des tubes de Röntgen, j'emploie un *photomètre* dont la description paraîtra prochainement dans le *Journal de physique*; il permet de mesurer en unités fixes l'éclairement en rayons X. Je l'ai utilisé pour vérifier la loi du carré des distances

trait l'intensité du faisceau des rayons X émis, ce qui permettrait de réduire le temps de pose.

L'expérience a confirmé ces prévisions

Sur les rayons X. — Extrait d'une lettre de M. Piltschikoff à M. Lippmann. — ... En employant un tube de Puluj excité par une machine Wimshurst, j'ai obtenu une épreuve photographique en *deux secondes*. Cette durée de pose était amplement suffisante, la plaque phosphorescente du tube étant à 4 cm de la plaque.

Permettez-moi de rappeler, à ce propos, que dans le Mémoire dont une partie a été reproduite par les *Comptes rendus*(¹), j'ai donné une solution, au moins partielle, de la question posée par M. H. Poincaré (*Revue générale des Sciences*, p. 56) : « On peut alors se demander si tous les corps, dont la fluorescence est suffisamment intense, n'émettent pas, outre des rayons lumineux, des rayons X. »

J'ai démontré en outre la non-influence des actions électrostatiques sur les rayons X. Enfin, j'ai montré de mon côté, concurremment avec d'autres physiciens, la transparence du diamant pour ces rayons, et leur action déchargeante sur un corps électrisé. Ce corps était l'amalgame de sodium contenu dans un tube d'Elster et Geitel.

Sur le pouvoir de résistance, au passage des rayons Röntgen, de quelques liquides et de quelques substances solides. — Note de MM. Bleunard et Labesse, présentée par M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — Dans une Note communiquée à l'Académie dans la séance du 2 mars, nous avons exposé la méthode expérimentale à laquelle nous avons dû recourir pour entreprendre cette étude; nous donnons aujourd'hui quelques-uns des résultats auxquels nous sommes arrivés. (Suivent les résultats.)

L'opacité des corps semble croître avec les poids atomiques (pour les solutions salines) du métal et du métalloïde.

Application. — L'un de nous, M. Bleunard, a eu l'idée d'appliquer le pouvoir d'opacité des bromures alcalins à la photographie des caractères écrits avec de l'encre additionnée de bromure de potassium. Une lettre écrite avec une pareille encre, mise sous enveloppe, a été complètement et lisiblement reproduite sur la plaque sensible.

Nous nous promettons de continuer ces recherches, en les appliquant également aux gaz, recherches que, jusqu'à présent, nous n'avons qu'effleurées.

Action des rayons X sur les pierres précieuses. — Note de MM. Abel Buguet et Albert Gascard, présentée par M. Henri Moissan.

La transparence de l'aluminium pour les rayons X nous a conduits à penser que ses combinaisons gardent quelque chose de cette propriété.

L'alumine cristallisée, qui, sous les noms de *corindon, rubis, saphir, émeraude, topaze, œil-de-chat*, constitue la plupart des pierres les plus recherchées après le diamant, se place entre celui-ci et les imitations simples ou doublées de ces diverses gemmes.

La *turquoise* (phosphate d'aluminium) se distingue aussi sûrement de ses imitations.

Le mellate d'aluminium naturel (*mellite*) est à peu près aussi transparent que le carbone.

D'autres expériences ont porté sur les perles. Elles nous ont montré que les perles fines, de petite taille, sont moins opaques que les fausses de même dimension, et peuvent être nettement différenciées par les rayons X.

Pour les grosses perles, la distinction n'est plus assurée; le résultat dépend du mode de confection de la perle fausse. »

Trois cas d'application chirurgicale des photographies de Röntgen. — Note de M. Pierre Delbet, présentée par M. F. Guyon. — J'ai l'honneur de présenter à l'Académie trois photographies de Röntgen, qui ont un réel intérêt chirurgical. Ces photographies, d'une netteté véritablement remarquable, ont été faites toutes les trois dans le laboratoire de recherches de la Société l'*Optique* par M. A. Londe, directeur du Service photographique de la Salpêtrière.

Les rayons de Röntgen dans l'œil. — Note du Dr Wuillomenet(¹), présentée par M. Schützenberger.

Il a déjà été démontré expérimentalement que les milieux transparents de l'œil, qui se laissent facilement traverser par les rayons lumineux, sont peu perméables aux rayons X.

Dans une série d'expériences, nous avons photographié la tête d'un lapin adulte; dans le corps vitré de l'un des yeux, nous avions introduit, par une petite ouverture faite à la partie postérieure de la sclérotique, un grain de plomb de chasse n° 10. L'œil traumatisé touchait directement le châssis renfermant la plaque sensible, et était à environ 0,12 m de distance de l'extrémité inférieure d'un tube de Crookes. Les rayons ont été obtenus au moyen d'une bobine d'induction actionnée par six accumulateurs; l'intensité du courant inducteur était réglée par un rhéostat.

La pose a été de trois heures; sur le cliché que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie, on voit parfaitement le corps étranger, ce qui semblerait indiquer que l'imperméabilité des milieux de l'œil, pour les rayons X, n'est pas absolue.

Dans une deuxième série d'expériences, nous nous sommes servi d'une tête humaine; nos résultats ont été négatifs, malgré une grande intensité du rayonnement et une pose prolongée.

Séance du 30 mars 1896.

Sur les propriétés différentes des radiations invisibles émises par les sels d'uranium, et du rayonnement de la paroi anticathodique d'un tube de Crookes. — Note de M. Henri Becquerel. (*Extrait.*) — L'étude des propriétés des radiations émises par les sels d'uranium, dont j'ai déjà entretenu l'Académie dans les précédentes séances, et auxquelles s'ajoutent quelques propriétés nouvelles qui sont décrites ci-après, permet d'établir des différences importantes entre les effets de ces radiations et les effets produits par le rayonnement de la paroi anticathodique d'un tube de Crookes, tels que les a décrits et appliqués M. Röntgen.

(¹) *Comptes rendus*, même volume, p. 461.

(¹) C'est au gracieux concours de M. Féry, chef des travaux pratiques à l'École de physique et de chimie, que nous devons ces clichés.

[Les recherches de M. Henri Becquerel portent sur la double réfraction, la polarisation et le dichroïsme au travers d'une tourmaline, l'absorption inégale par diverses substances, les propriétés particulières de l'émission des radiations par les sels d'uranium. Nous nous contenterons de reproduire les considérations générales qui terminent la note de l'auteur].

4° *Considérations générales.* — Il serait prématuré de tirer des conclusions absolues des expériences qui précèdent. Si l'on n'avait égard qu'aux seuls phénomènes d'absorption, on rendrait compte des faits en admettant que les radiations émises par les sels d'uranium et le rayonnement d'un tube de Crookes se comportent comme ayant des longueurs d'onde différentes, mais l'absence de réflexion et de réfraction, bien constatée pour le rayonnement étudié par M. Röntgen, établit une différence plus profonde. Il semble plus probable de penser que la phosphorescence de la tache anticathodique n'est qu'un phénomène concomitant d'un phénomène électrique, dont celle-ci serait le siège, et que c'est ce phénomène électrique, une sorte d'effluve, comme cela résulte des expériences de M. H. Dufour (¹), qui provoque la phosphorescence de la plaque photographique et, par suite, la réduction des sels d'argent par les radiations phosphorescentes excitées sur place. Quant à la phosphorescence du verre des tubes de Crookes, il est possible qu'elle soit accompagnée de radiations analogues à celles qu'émettent les sels d'uranium, mais il est probable qu'une très longue pose serait nécessaire pour les mettre en évidence.

Sur la pénétration des gaz dans les parois de verre des tubes de Crookes. — Note de M. Gouy. — En chauffant au chalumeau le verre provenant d'un tube de Crookes ayant servi quelque temps, on le voit prendre un aspect mat, qui fait croire au premier abord à une dévitrification. L'altération est limitée à la surface intérieure du tube; elle est d'autant plus marquée que le verre a reçu un rayonnement cathodique plus intense, et n'existe plus pour les portions qui n'y étaient pas exposées. Le microscope montre que cette couche mate est surtout formée d'une multitude de bulles gazeuses (²), qui sont à l'intérieur du verre, mais près de sa surface. En chauffant davantage, ces bulles se réunissent, s'accroissent en volume et finissent par être visibles à la loupe ou parfois même à l'œil nu.

Ainsi le verre, qui a été exposé à des rayons cathodiques intenses, *dégage de nombreuses bulles de gaz quand il est ramolli par la chaleur*. Ce phénomène ne se produit dans aucun autre cas. Il semble en résulter que les rayons cathodiques font pénétrer dans le verre les gaz du tube, qui restent ensuite occlus jusqu'à ce que le ramollissement du verre les mette en liberté.

(¹) H. Dufour, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 460.

(²) Les tubes ayant servi longtemps montrent aussi, dans les mêmes conditions, des rides nombreuses, qui témoignent d'une modification superficielle du verre. Celle-ci peut exister sans les bulles, ou réciproquement.

Ces observations ont été faites avec quatre tubes de verres un peu différents; l'un d'eux cependant ne montrait de bulles abondantes que dans les portions les plus exposées aux rayons cathodiques.

Sur l'emploi des champs magnétiques non uniformes dans la photographie par les rayons X. — Note de M. Georges Meslin, présentée par M. Mascart. — J'ai eu l'honneur de communiquer récemment à l'Académie le principe d'une méthode destinée à abréger la durée de la pose dans la photographie par les rayons X. On a vu qu'on pouvait, à l'aide de champs magnétiques, non seulement déplacer la tache fluorescente active, mais encore la *condenser* de façon à augmenter son éclat. Cette condensation s'obtient en concentrant les rayons cathodiques qui lui donnent naissance et cette concentration provient de ce que le champ employé n'est pas uniforme; il faut donc que le champ présente une variation convenable, pour obtenir la déformation voulue.

En étudiant l'influence de la variation du champ, tant au point de vue de son intensité que de sa forme, on reconnaît :

1° Que, en opérant par exemple avec un tube horizontal et en rejetant les rayons cathodiques vers la partie supérieure de la calotte terminale, il y a concentration dans le plan médian vertical, si le champ est décroissant vers le haut et, au contraire, dilatation si le champ décroît vers le bas; il n'y a aucune variation de dimension si le champ est uniforme. Il faut donc, si l'on emploie ce dispositif, mettre les pôles au-dessous de l'axe pour obtenir une variation convenable du champ.

2° On constate aussi que, en agissant sur les rayons au voisinage de la cathode de façon à les rejeter sur la partie supérieure horizontale du tube, il y a intérêt (pour obtenir une contraction dans l'autre sens) à employer les parties où les lignes de force tournent leur concavité vers le haut : le champ fait alors l'office d'un miroir cylindrique et l'on a une ligne lumineuse horizontale dans le plan médian vertical; on peut alors la condenser dans l'autre sens en augmentant l'intensité moyenne du champ.

En utilisant ces considérations, j'ai obtenu, en cinq secondes, la photographie des os d'une main d'adulte; on a pu reconnaître sur ce cliché les traces d'une fracture déjà ancienne (¹).

Du temps de pose dans les photographies par les rayons X. — Note de M. James Chappuis, présentée par M. Lippmann. — J'ai rendu publique, le mercredi 19 février dernier, la méthode décrite par M. Meslin et par MM. Imbert et Bertin-Sans, en exposant à l'École centrale un cliché de main avec la mention suivante : « Cliché obtenu par concentration des rayons cathodiques au moyen d'un champ magnétique ». Mon intention n'est

(¹) J'ajouterai que j'avais réalisé l'expérience signalée par M. Basilewski; au lieu d'obtenir un accroissement de sensibilité par l'emploi d'une couche fluorescente, j'ai constaté, au contraire, une diminution manifeste.

pas de faire une réclamation de priorité au sujet de ces dispositifs, mais de confirmer ces observations en précisant certains points.

J'ai adopté, pour étudier la puissance d'un tube de Crookes, l'électromètre de M. Hurmuzescu; on mesure le temps de chute des feuilles correspondant à une variation angulaire constante de 30° à 10°, la paroi de la source étant, dans les expériences, à une même distance de l'électromètre. Ce temps s'est montré toujours proportionnel à la puissance photographique du tube. Toutes ces expériences sont faites avec la bobine de Ruhmkorff.

Influence d'un champ magnétique. — La concentration des rayons cathodiques par un champ magnétique puissant, non mesuré, a fait tomber le temps de chute des feuilles dans le rapport de 8 à 5. Peut-être est-il possible de dépasser ce résultat, mais la fusion du verre est à craindre.

Interruption du courant inducteur; sa fréquence. — La substitution de l'interrupteur Foucault aux trembleurs métalliques fait tomber le temps de chute dans le rapport de 40 à 1; la vérification de la proportionnalité de la puissance photographique a été faite, puisque nous avons obtenu des épreuves de main jusqu'à l'avant-bras, dans un temps de pose réduit de 40 m à 1 m.

Ce résultat semble dû à la différence de l'étincelle de rupture dans l'air et dans l'alcool; on observe en effet que, lorsque l'alcool est envahi par une boue noirâtre, formée de bulles de mercure, le temps de pose augmente de 2 à 5.

En soufflant l'étincelle, on obtiendra probablement les mêmes effets avec la bobine de Ruhmkorff qu'avec les appareils de Tesla. La grande fréquence paraît nuisible; en faisant varier de 1 à 15 le nombre des interruptions à la seconde, nous avons observé que la puissance du tube allait en diminuant rapidement sous l'effet des plus grandes fréquences; au bout de neuf minutes, la puissance était tombée de 5 à 2.

Avec une fréquence de quatre interruptions, le tube conserve sa même puissance pendant plus de vingt minutes. La fluorescence visible cependant était nettement intermittente; cette expérience semblerait montrer que la fluorescence invisible persiste sans s'affaiblir au moins un quart de seconde; nous nous proposons de faire connaître prochainement les résultats et les conséquences relatives à la théorie des rayons X, d'expériences poursuivies dans ce sens.

Ce dispositif, bien préférable aux interruptions de pose, a l'avantage de chauffer beaucoup moins et les parois et les électrodes.

Vide. — Les appareils du commerce perdent rapidement leur puissance; un tube capable d'agir sur l'électromètre en une seconde ne donne plus aucun résultat sensible au bout de une demi-heure de marche.

Cet effet peut être évité en laissant l'ampoule sur la trompe à mercure; une jauge permet de vérifier l'état du tube, et ses indications pourraient au besoin remplacer celles de l'électromètre; le tube devient bon quand la pression est voisine de $\frac{1}{500}$ de millimètre de mercure.

Mesure du temps de pose. — L'électromètre doit servir à mesurer le temps de pose; il suffit, pour cela, d'interposer différents objets entre la source et la lame d'aluminium de l'électromètre.

Si l'on emploie des diaphragmes, qui doivent être placés presque en contact avec la surface du verre, leur influence peut être calculée à l'aide de l'électromètre.

C'est avec un diaphragme de 8 mm de diamètre que nous obtenons les photographies de mains en une minute, la plaque étant à 15 cm de la source.

Les résultats obtenus par différents expérimentateurs ne seront comparables que s'ils veulent bien indiquer l'objet photographié, le diaphragme, la distance de la source à la plaque, et le temps de pose; on peut, en effet, obtenir la *photographie instantanée* d'un fil de platine ou d'une pièce d'or placés à 0,01 m de la source, en faisant à la main une seule interruption de l'inducteur, et enlevant immédiatement le cliché; c'est le temps minimum de pose qu'il soit possible de réaliser [1].

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 1er avril 1896.

L'Assemblée générale a eu lieu sous la présidence de M. R.-V. Picou. Après avoir ouvert militairement la séance, M. le président annonce qu'une exposition spécialement destinée à l'appareillage électrique aura lieu 44, rue de Rennes, les 1er, 2 et 3 mai 1896. Nous entendons ensuite le rapport sur la situation financière, le rapport de la commission des comptes et le rapport du président sur la gestion de l'exercice 1895. En l'absence si regrettée de M. Potier, M. le secrétaire général en a donné lecture. Le vote pour le renouvellement partiel du Bureau et du Comité et pour la nomination de la commission des comptes a ensuite eu lieu et l'ordre du jour a appelé les communications techniques.

M. Branly a parlé de la *résistance électrique au contact de deux métaux* et a indiqué une série de résultats très bizarres. Le Journal a déjà signalé ces recherches dans les comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences; nous n'y reviendrons pas.

M. P. Janet, directeur du Laboratoire central d'Électricité, a fait connaître ensuite la méthode qu'il a employée pour l'étalonnement d'un voltmètre de 20 000 volts. Il a d'abord insisté à juste titre sur le besoin actuel dans l'industrie des appareils de mesure à haute tension. L'appa-

[1] J'ai été aidé dans quelques-uns de ces essais par un préparateur, M. Nugues, ingénieur, auquel j'adresse mes remerciments.

reil qu'il s'agissait d'étalonner était un électromètre de lord Kelvin, gradué jusqu'à 20 000 volts et appartenant à la Société des Téléphones. Cet électromètre est à 2 quadrants avec aiguille de forme ordinaire en aluminium. M. Janet signale en passant les inconvénients du couteau qui roule plutôt que de tourner, puis il indique que l'aiguille porte à sa partie inférieure deux axes perpendiculaires sur lesquels peuvent se placer deux écrous en aluminium permettant de faire coïncider l'axe de suspension avec le centre de gravité. Sur le côté et dans le prolongement de l'axe on peut placer des surcharges de 28, 84 et 336 milligrammes pour parfaire le réglage; ces poids peuvent s'accrocher les uns aux autres. L'appareil comporte 3 sensibilités : 100, 200 et 400 volts par division. L'étalonnage pouvait se faire en prenant un transformateur dont on connaît le rapport de transformation, en admettant que la perte ohmique soit nulle et qu'il n'y ait pas de pertes magnétiques. M. P. Janet a choisi la méthode directe de comparaison avec un électromètre absolu à balance de MM. Abraham et Lemoine. La différence de potentiel a été fournie par une machine Wimshurst. Les courbes d'étalonnage montrent que la proportionnalité existe sensiblement jusqu'à 4500 volts et qu'elle est ensuite exacte jusqu'à 9000 et 18 000 volts.

M. R.-V. Picou fait ensuite connaître les résultats du vote : *président* (année 1897-1898), M. le Dr d'Arsonval; *vice-présidents* : MM. de Nerville, Pellat, E. Sartiaux; *secrétaires* : MM. Gosselin, Laffargue, Poincaré; *trésorier* : M. Violet; *membres* : MM. Baudot, Brillié, Cance, Curie, Dujardin, Fayot, Grosselin, Hospitalier, Miet, Mildé, Minet, Monmerqué, Montpellier, Picou, Raffard, Richard, Street, Vaschy, Voisenat; *commission des comptes* : MM. Armengaud, Berthon, G. Masson.

M. Picou cède la présidence à M. Sciama, qui remet à la prochaine séance le discours d'usage et lève la séance.

J. L.

BIBLIOGRAPHIE

Contrôle des installations électriques par M. Monmerqué, ingénieur en chef des Ponts et chaussées. — Paris, 1896, *Baudry et Cie*, éditeurs.

On commence enfin à se familiariser avec l'électricité dans notre beau pays. On se s'effarouche plus outre mesure des protestations intéressées de MM. les gaziers à la moindre frasque de l'électricité, à la plus petite perforation du moindre tuyau de branchement, et on se dit qu'en somme l'électricité n'est pas si dangereuse qu'on voudrait nous le faire croire lorsqu'en regard des 50 000 décès *annuels* de Paris, on place les 300 personnes qui, de par le monde entier, avaient à la fin de 1892 payé de leur vie l'entrée en scène de l'électricité. Sans compter qu'en bonne justice, on devrait de ces 300 personnes défalquer toutes celles qui, par erreur, furent enterrées vivantes!

Ce n'est pas à dire, loin de là, que tout est maintenant pour le mieux dans la meilleure des industries. Si nombreux que soient les progrès accomplis jusqu'à ce jour, tous les efforts tentés pour améliorer encore l'exploitation des stations centrales relativement à la sécurité des personnes et des propriétés, tous les efforts, en un mot, faits pour assurer sur des bases plus stables et plus rationnelles le *contrôle* des installations, sont à encourager. C'est le bon moyen pour nous concilier entièrement la faveur du public, pour nous rendre tout à fait favorables les autorités administratives.

C'est pour cela qu'il convient de féliciter la Chambre syndicale des Électriciens de la création de ce bureau de contrôle que notre collaborateur, M. G. Roux, dirige de si remarquable façon. C'est pour cela qu'il faut applaudir à l'institution du comité technique issu de la loi du 25 juin dernier.

C'est pour cela enfin que, nous n'en doutons pas, les électriciens accueilleront avec une faveur marquée l'ouvrage que M. Monmerqué, ingénieur en chef des Ponts et chaussées, vient de publier sur le contrôle des installations électriques, ouvrage qui vient combler tout à fait à souhait une lacune fort importante de notre littérature électrotechnique.

Destiné à être mis dans les mains aussi bien des agents de l'Administration, peu au courant des choses de l'électricité, que des ingénieurs de stations centrales, l'ouvrage de M. Monmerqué renferme une première partie, peut-être un peu développée, affectée à l'étude des généralités et à celle de la production et de la distribution de l'électricité. Un chapitre intéressant est réservé à l'étude des mesures industrielles.

Après ces préliminaires, l'auteur entre dans le vif de son sujet et passe successivement en revue les conséquences qui résultent d'une installation défectueuse aux points de vue des incendies, de la sécurité des personnes et des effets électrolytiques. De là, la nécessité d'un contrôle permanent, ce qui amène à l'examen des meilleures méthodes de contrôle à l'usine, sur le réseau, dans les installations d'abonnés et dans les installations spéciales. Une mention particulière est à ce propos accordée à l'ingénieux enregistreur automatique d'isolement des canalisations pour lequel la *Société d'encouragement* décerna à M. A. Lartigue un prix de 500 fr.

Le chapitre X est consacré à l'examen et à la discussion des divers règlements officiels, tant français qu'étrangers, et après avoir donné dans un autre chapitre une multitude de résultats d'exploitation des plus intéressants, l'auteur termine par la reproduction des différents règlements et lois relatifs à l'industrie électrique.

Il s'agit donc là — ce maigre exposé le laisse entrevoir — d'un ouvrage très important écrit sur un sujet à peu près neuf jusqu'ici.

Si nous rappelons que M. Monmerqué a pendant plusieurs années été chargé du service d'électricité le plus important de la Ville de Paris, celui de la 1[re] section, ce qui lui a permis d'accumuler les documents indispensables; si nous ajoutons que son livre est présenté au public sous les auspices de M. H. Fontaine; qu'enfin, le dévoué président de la *Société des Électriciens*, M. Potier, toujours prêt à faire profiter autrui de son érudition si profonde, a bien voulu guider l'auteur de ses précieux conseils, nous en aurons assez dit pour justifier les félicitations sincères que nous nous permettons d'adresser pour notre modeste part à M. Monmerqué. G. Claude.

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Compagnie française d'appareillage électrique. — M. G. Grivolas fils a réuni le 28 mars, en première assemblée constitutive, les actionnaires de la Compagnie qu'il se propose de fonder, sous forme anonyme, au capital de 750 000 fr. Le siège social est 16, rue Montgolfier.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société Électrométallurgique française à Froges (Isère). — L'assemblée annuelle s'est tenue le 28 mars et nous y reviendrons, quand son compte rendu nous sera parvenu. Nous pouvons annoncer dès à présent que le bénéfice pour 1895 a été de 310 772,41 fr que le Conseil a proposé de répartir comme suit :

A l'amortissement des usines, forces motrices, etc..	82 000,00 fr.
A la réserve spéciale pour créances douteuses qui se trouvera portée à 36 654,19 fr.	9 866,16
A la réserve statutaire	10 945,31
Aux 11 400 actions, soit 6 pour 100 des sommes versées	175 125,00
15 pour 100 aux administrateurs	32 835,94
	310 772,41 fr.

INFORMATIONS

Compagnie Générale de Travaux d'éclairage et de force. — Les actionnaires se sont réunis le 1[er] avril avec l'ordre du jour suivant :

Rapports du Conseil d'administration et du Commissaire des comptes.

Approbation des comptes de l'exercice 1895.

Fixation du dividende.

Nomination d'un ou plusieurs commissaires, fixation de leurs émoluments.

Société Lyonnaise de Constructions mécaniques et de lumière électrique (en *liquidation*). — Les actionnaires se sont réunis, sur la convocation du liquidateur, M. d'Auterroches, en assemblée générale ordinaire, au siège social, 6, rue Le Peletier, le 28 mars 1896, à l'effet de : 1° approuver les comptes de l'exercice 1895; 2° statuer sur tous autres objets pouvant être de la compétence de l'assemblée générale.

Lazare Weiller et C[ie]. — Les actionnaires sont convoqués en assemblée générale extraordinaire le samedi 11 avril 1896, à dix heures du matin, aux bureaux de la Société, 40, rue de Monceau, à Paris, à l'effet de rendre définitive l'augmentation de un million de francs du capital social décidée par l'assemblée générale du 28 octobre 1895, au moyen de la reconnaissance de la sincérité de la déclaration de la souscription des nouvelles actions et du versement intégral faits par acte, devant M[e] Dufour, notaire, à Paris, le 10 mars 1896.

Mix et Genest (à Berlin). — Cette Société pour construction d'appareils télégraphiques et téléphoniques a vu son bénéfice tomber en 1895 à 252 000 fr, au lieu de 350 000 fr en 1894, en suite de la réduction des commandes de l'État.

Le dividende pour 1895 sera de 8 pour 100, contre 11 pour 100 en 1894.

Le carnet des commandes acquises pour 1896, permettrait d'espérer un relèvement notable du chiffre d'affaires.

Le capital de cette Société est de 1 500 000 fr, divisé en 1200 actions de 1250 fr.

Allgemeine Œsterreichische Elektricitäts Gesellschaft (à **Vienne**). — Voici, d'après le rapport, les éléments de l'exploitation en 1895 :

Nombre de lampes desservies	76 545	en augmentation de	19 722
— d'abonnés.	1 609	—	551
— de moteurs.	206	—	90
— de lampes-heure. . .	38 300 000	—	8 430 000

(Les lampes sont comptées à 57 watts).

Les recettes ont été de 1 553 596 fr, en augmentation de 276 112 fr, déduction faite des amortissements, et il est resté un bénéfice net de 730 690 fr, contre 491 052 fr en 1894.

Un dividende de 28 fr, contre 24 fr en 1894, sera mis en paiement.

Le capital de la Société est de 12 0 00 000 fr divisé en actions de 400 fr.

Tramways de Budapest. — Le Conseil va proposer la distribution d'un dividende de 10 pour 100, contre 9 pour 100 en 1894; les bénéfices pour 1895 sont de 1 101 278 fr, après avoir prélevé de 181 800 fr pour amortissements.

Le capital est formé de 50 000 actions de 200 fr.

Tramways de Erfurth. — Cette Société, au capital de 1 375 000 fr, a réalisé en 1895 un bénéfice de 90 000 fr et distribuera un dividende de 4 pour 100.

Les recettes d'exploitation ont été de 261 000 fr, les réparations ont coûté 28 000 fr, les salaires ont absorbé 52 000 fr et les frais d'exploitation se sont élevés à 67 000 fr.

Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft (à Berlin). — Les usines de l'Oberspree vont être remises en marche cet été. Elles alimenteront aussi des moteurs, et le prix de l'énergie sera tarifié à 6,25 centimes le kilowatt-heure, plus une taxe fixe minime.

Antérieurement, la tarification était la suivante :

0,125 par kilowatt-heure, avec un escompte de :

Pour un service de	2400 à 3300 heures . . .	12,5 pour 100.
—	3300 à 4800 — . . .	25 —
—	4800 heures et au delà. .	37,5 —

Ce dernier prix correspond à celui de 6,25 centimes le kilowatt-heure du nouveau tarif.

Compagnie Parisienne de l'Air comprimé. — Du rapport annuel de la Disconto Gesellschaft, il résulte que les recettes d'exploitation se sont notablement accrues pendant le dernier exercice et qu'elles permettront d'éviter un nouveau versement.

Au 30 juin dernier, le bénéfice d'*exploitation* était de 267 499 fr.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

32965. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus à Paris.

5e Année. — N° 104. 25 Avril 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. E. HOSPITALIER. 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Exposition d'Électricité domestique et médicale. — Les 2, 3 et 4 mai prochain aura lieu, dans les salles de l'hôtel de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, 44, rue de Rennes, une exposition d'électricité domestique et médicale organisée par la *Société internationale des Électriciens*. Les emplacements et le courant électrique seront mis gratuitement à la disposition des exposants, qui devront être membres de la Société internationale des Électriciens. La classification suivante a été dressée, à titre d'indication seulement, tout en laissant aux exposants une grande latitude pour les appareils à proposer :

Canalisation. — Fils et câbles conducteurs, isolateurs divers, petit appareillage, interrupteurs, coupe-circuits, etc., etc.

Lumière. — Appareillage de lumière, lustrerie, verrerie, lampes à incandescence, lampes à arc, charbons à lumière.

Contrôle. — Appareils de manœuvre, enregistreurs, compteurs.

Force. — Moteurs domestiques, ventilateurs, monte-charges, ascenseurs, machines à coudre et outils domestiques commandés électriquement.

Chauffage et divers. — Radiateurs, bouillottes, fers à repasser, avertisseurs d'incendie, etc.

Téléphonie, horlogerie, bijouterie. — Téléphones et leurs accessoires, horlogerie électrique, bijouterie électrique.

Électricité médicale. — Machines statiques, machines d'induction, galvanocaustie, appareils divers.

Instruction et vulgarisation. — Bobines de Rhumkorff, tubes de Geissler et de Crookes, machines statiques, condensateurs, appareils divers.

La journée d'inauguration, le 2 mai, est exclusivement réservée aux membres de la Société. Les deux autres journées, le public sera admis sur présentation de cartes d'invitation, pour lesquelles nos lecteurs pourront s'adresser au secrétariat de la Société internationale des Électriciens, 44, rue de Rennes.

Versailles. — *Éclairage.* — Le Conseil municipal réuni en séance extraordinaire a définitivement voté la concession à la Compagnie d'Énergie électrique de l'éclairage public de Versailles.

Aux termes du traité, la Société concessionnaire fera, à ses frais, la fourniture et l'installation de tous les appareils nécessaires au parfait fonctionnement de l'éclairage électrique des voies publiques sans aucune exception ni réserve.

Il y a actuellement 1400 becs de gaz, la Société d'énergie les remplacera par 1522 candélabres électriques, soit 122 de plus, dont 30 lampes à arc d'un pouvoir éclairant de 2000 bougies.

La ville paiera 45 fr par an pour toute lampe normale fonctionnant jusqu'à minuit; 90 fr pour toute lampe normale fonctionnant toute la nuit et 750 fr pour chaque lampe à arc de 8 ampères.

L'ensemble de ces paiements ne dépassera pas celui qu'elle faisait à la Compagnie du Gaz. La concession est accordée pour une période ininterrompue qui commencera à courir à dater de la distribution de l'énergie électrique et ira jusqu'au 31 décembre 1904. Bien entendu, cette concession pourra être prolongée. En tous cas, à l'expiration du traité général du 21 juin 1895 avec la Compagnie d'énergie ou, dans le cas de résiliation, pour manquement à l'une des clauses du traité particulier voté le 29 mars 1896; l'installation de l'éclairage électrique deviendra la propriété de la ville sans indemnité.

Telles sont les grandes lignes de la convention qui assure à Versailles l'éclairage électrique. Nous n'avons pas besoin d'insister sur le progrès énorme qu'elle réalise.

ÉTRANGER

Bleiberg (Carinthie). — *Transport d'énergie électrique par courants triphasés.* — On vient de commencer les travaux pour l'installation d'une importante station hydraulique destinée à un transport d'énergie électrique pour les mines *Bleiberg Mining C°*; les eaux de la Nutchbach seront captées et utilisées dans une turbine de 285 chevaux, laquelle actionnera un alternateur à courants triphasés fournissant 200 kilowatts avec une tension de 3000 volts; cette tension sera réduite à 200 volts et transmise aux 4 puits de la Compagnie.

Au puits Rudolf sera installé un moteur électrique manchonné sur la dynamo à courant continu qui sert actuellement à l'éclairage de ce puits; d'autres moteurs de puissances variables seront également placés aux trois autres puits pour actionner les ascenseurs, pompes et ventilateurs.

Bruxelles. — *Traction électrique.* — Nous apprenons que le Ministre des travaux publics et de l'agriculture et le gouverneur du Brabant ont invité les administrations communales d'Ixelles, de Saint-Gilles, de Bruxelles et d'Etterbech à ouvrir une enquête sur la demande de concession de plusieurs lignes de tramways.

Le premier de ces projets est relatif à l'établissement d'une ligne à traction électrique par caniveau souterrain de la place de la Couronne au quartier de la Petite-Suisse, en passant par l'avenue de la Couronne et le boulevard Militaire. Cette concession est sollicitée par la Société anonyme du chemin de fer à voie étroite de Bruxelles-Ixelles-Bœndael.

Le second projet consiste en la construction d'un tramway à traction animale ou électrique à établir entre l'avenue Marnix (porte de Namur) et l'avenue d'Auderghem en passant, sur le territoire d'Ixelles, par la rue du Trône et la chaussée de Wavre et, sur le territoire d'Etterbeek par la rue des Rentiers.

Un troisième projet concerne l'établissement d'un tramway à traction électrique, par fil aérien, de la poste de Namur à l'avenue de Tervueren, en passant par les rues du Champ-de-Mars, de Paris, du Trône et la rue des Rentiers.

Les trois autres projets sont relatifs à la construction de lignes : 1° de la porte de Namur à l'avenue de la Chevalerie, à traction électrique par caniveau souterrain par le même itinéraire jusqu'à l'avenue d'Auderghem; 2° de la gare du Luxembourg à la gare du Midi, à traction électrique par fil souterrain, en passant par la place et la rue du Luxembourg, les rues Marie de Bourgogne et Caroly, la place de Londres, les rues de Dublin, de la Paix et la rue Berckmans, à Saint-Gilles; 3° de la rue Fonsny à la chaussée de Waterloo, à traction électrique par fil souterrain en passant par le boulevard extérieur du centre.

Charxoff (Russie). — Le maire de la ville de Charxoff (Russie) prie les industriels français désireux de participer à la fourniture du matériel nécessaire à l'éclairage électrique de cette cité, de lui faire parvenir le plus tôt possible les prix, les délais et les conditions de livraison des appareils ci-dessous :

1° Chaudières;

2° Machines à vapeur;

3° Dynamos d'une puissance suffisante, pour l'alimentation de 6000 lampes de 10 bougies et 500 arcs différentiels de 5 à 6 ampères;

4° Accumulateurs;

5° Câbles et fils de dérivation;

6° Lampes à incandescence par quantité de 10 000 à 15 000.

7° Lampes à arc par 400 à 500.

8° Petit appareillage (douilles, interrupteurs, etc.) et appareils de tableau de distribution.

Écrire directement à l'Hôtel de Ville de Charxoff (Russie).

Cieza (Espagne). — *Note rectificative.* — Dans notre dernier numéro (n° 103, **1896**, p. 140) nous annoncions l'inauguration prochaine de l'éclairage électrique dans la ville de Cieza; l'installation serait faite, disions-nous, au moyen de matériel allemand. M. Julius-G. Neville, ingénieur à Madrid, nous fait remarquer à cet effet, que la station centrale de Cieza n'emploie exclusivement que du matériel de la maison Crompton et Cie, il nous signale en cours d'exécution les installations électriques de Vilena, Guadasuar, Truzillo, etc., également faites au moyen du même matériel.

Liège (Belgique). — *Éclairage.* — C'est au mois de juillet prochain que prendra fin le contrat passé entre la Ville et M. Jaspar pour l'éclairage électrique de la place Saint-Lambert. A partir de cette date, les six phares seront reliés au réseau de la Société anonyme liégeoise d'électricité et éclairés par les soins de celle-ci comme les autres lampes électriques de l'éclairage public. Quant aux moteurs à gaz et aux dynamos, placés dans les caves du local Saint-André qui actionnent les phares actuels, ils ne seront plus utilisés que pour l'éclairage électrique de l'Hôtel de Ville.

Mexico. — *Transport d'énergie électrique.* — Une concession vient d'être accordée aux représentants de MM. Siemens et Halske pour l'installation d'une usine hydraulique destinée à utiliser les chutes de Tenancigo, l'énergie électrique produite serait transportée à Mexico et dans plusieurs autres villes environnantes pour y être utilisée sous diverses formes.

Vaulruz (Suisse). — *Éclairage.* — Un à un les villages fribourgeois adoptent l'éclairage électrique. Les communes de Vaulruz et de Vuadens ont passé un contrat il y a à peine quelques jours avec la société Genoud et Cie pour l'éclairage public de ces deux localités.

Venise. — *Éclairage.* — Pour éviter tout danger d'incendie, le ministre italien de l'instruction publique a décidé que le palais ducal de Venise serait éclairé à la lumière électrique dans les parties utilisées par l'administration et dans celles où l'on promenait les étrangers à la clarté douteuse de luminaires des plus primitifs, les prisons du palais, par exemple. Une commission spéciale étudie l'application du nouveau procédé.

LE
SECTEUR ÉLECTRIQUE DE LA RIVE GAUCHE
A PARIS

Les quartiers de la rive gauche à Paris viennent enfin d'être dotés d'une distribution d'énergie électrique; dans le numéro 99 du 10 février 1896 de ce journal, pages 49 et 50, nous avons déjà publié une étude à ce sujet. Depuis cette époque, nous avons pu examiner en détail les diverses dispositions adoptées par la Compagnie du secteur, et nous allons en donner une description complète.

A. — Généralités

Nous ne reviendrons pas sur les précédents que nous avons rappelés dans notre premier article. Le secteur de la rive gauche présente une surface très étendue avec des points d'utilisation répartis dans le quartier Saint-Germain et dans le boulevard Saint-Michel. Les autres quartiers, Grenelle, Vaugirard, peuvent aussi devenir des centres d'utilisation surtout de force motrice dans la journée.

La distribution de l'énergie électrique dans un réseau de ce genre ne pouvait être faite que par courants alternatifs avec station centrale à distance. C'est le système qui a été choisi et que nous allons examiner.

B. — Station centrale

a. *Emplacement. — Dispositions générales.* — La station centrale est située, 59, quai d'Issy, en dehors de Paris, sur les bords de la Seine, ce qui permet déjà un approvisionnement très facile en charbon et en eau. Nous verrons plus loin les heureuses dispositions adoptées en ce qui concerne l'emploi de l'eau de Seine pour la condensation et l'alimentation des chaudières. Une grue électrique installée sur une estacade servira au débarquement des bateaux; des galeries ont été établies de telle sorte que l'eau arrive toujours dans l'usine, même aux plus basses eaux.

L'usine proprement dite se compose de deux bâtiments accolés l'un à l'autre. Le premier est réservé aux générateurs de vapeur, il doit avoir une longueur totale de 94 m, une largeur de 18 m et une hauteur au faîte de 10 m. Le deuxième bâtiment, d'une longueur de 105 m, d'une largeur de 16 m et d'une hauteur au faîte de 12,5 m, renferme les machines à vapeur et les dynamos. La figure 1 nous montre en plan une moitié de l'usine, en supposant tous les générateurs et machines installés; on voit en A les chaudières et en B les machines à vapeur.

Nous n'insisterons pas sur les bâtiments en eux-mêmes, attendu que cette partie ne nous concerne nullement. Nous pouvons seulement dire que les dispositions des salles avec fermes en arc à la partie supérieure conviennent particulièrement à une installation de ce genre. Mentionnons aussi les dispositions prises pour éviter le suintement de l'eau à la toiture; aucune ouverture n'a été faite, et l'intérieur de l'usine est éclairé par de grandes baies placées sur le côté.

La cheminée a une hauteur totale de 48,8 m au-dessus du niveau du sol avec un diamètre de 7,58 m à la base, et de 3,56 m extérieurement au sommet. La construction de cette cheminée a présenté quelques difficultés en raison du mauvais terrain, et à une certaine cote on a dû établir des pieux pour recevoir les fondations.

b. *Chaudières.* — Les chaudières utilisées, ainsi du reste que tout le matériel dont nous allons parler, ont été fabriquées et fournies par MM. Schneider et Cie, constructeurs au Creusot. Ces chaudières appartiennent au type multitubulaire, et sont formées d'une série de tubes réunis à leurs extrémités. A leur partie supérieure se trouve un dôme de vapeur avec un retour à la partie inférieure de la chaudière où est installé un extracteur. Chaque chaudière a une surface de chauffe totale de 210 m², une surface de grille de 4,5 m² et un volume d'eau de 13,3 m³; à la pression de 12 kg par centimètre carré, elle peut fournir 3000 kg de vapeur par heure. Il n'y a actuellement en place que 7 chaudières, mais l'installation totale en comportera 20 réparties en 4 groupes de 5.

L'alimentation de chaque groupe de 5 chaudières sera assurée par une pompe à vapeur spéciale J (fig. 1), dite *petit cheval*, pompe à double effet, à action directe et à un seul cylindre de vapeur pouvant fournir un débit de 30 m³ d'eau par heure. Pour la marche à condensation, cette pompe J prendra l'eau dans la bâche I. Cette eau proviendra de la condensation après avoir traversé les filtres H,H; nous allons d'ailleurs donner plus loin quelques explications à ce sujet. Les petits chevaux J,J seront aussi disposés pour puiser directement l'eau de Seine et alimenter en cas d'accident.

L'arrivée de vapeur aux machines sera ultérieurement faite à l'aide d'un tuyautage spécialement aménagé pour éviter tous accidents et rendre chaque chaudière indépendante. Tous les tuyaux d'arrivée des chaudières seront réunis à un collecteur général qui sera relié lui-même à un autre collecteur sur lequel seront branchés les tuyaux desservant chaque machine à vapeur. La pression de marche des machines n'étant que de 9 kg par centimètre carré, un détendeur est placé sur chaque dérivation. Des vannes permettent de supprimer à volonté chaque chaudière et chaque machine à vapeur.

c. *Machines à vapeur.* — Les machines à vapeur utilisées pour la commande directe des alternateurs sont des machines horizontales à deux cylindres, fonctionnant en compound et accouplées sur le même arbre. On peut voir cette disposition dans la figure 1. La figure 2 nous montre la coupe longitudinale de l'installation d'une machine, côté du cylindre à haute pression. Celles-ci ont une puis-

sance de 700 chevaux à la vitesse angulaire de 125 tours par minute. Le diamètre du grand cylindre est de 0,85 m, le diamètre du petit cylindre de 0,55 m, la course des pistons de 0,9 m et la pression initiale au petit cylindre de 8 kg par cm². Sans insister beaucoup sur le détail de toutes les dispositions, nous dirons que la distribution est obtenue dans chaque cylindre par des tiroirs cylindriques équilibrés, que l'excentrique du tiroir du petit cylindre est fixé sur un régulateur R (fig. 2) porté lui-même sur l'arbre de distribution. Le régulateur peut donc à la fois faire varier la course de l'excentrique et son calage; l'admission dans le petit cylindre peut varier de 0 à 0,5. Les cylindres à vapeur sont garnis d'une enveloppe de vapeur, d'un calorifuge et d'une garniture en tôle. Le graissage est assuré par des graisseurs ordinaires et des graisseurs automatiques. Les machines peuvent fonctionner à condensation ou à échappement à l'air libre.

Les machines excitatrices sont commandées par des machines à vapeur C horizontales, à un seul cylindre, d'une puissance indiquée de 125 chevaux. Le diamètre

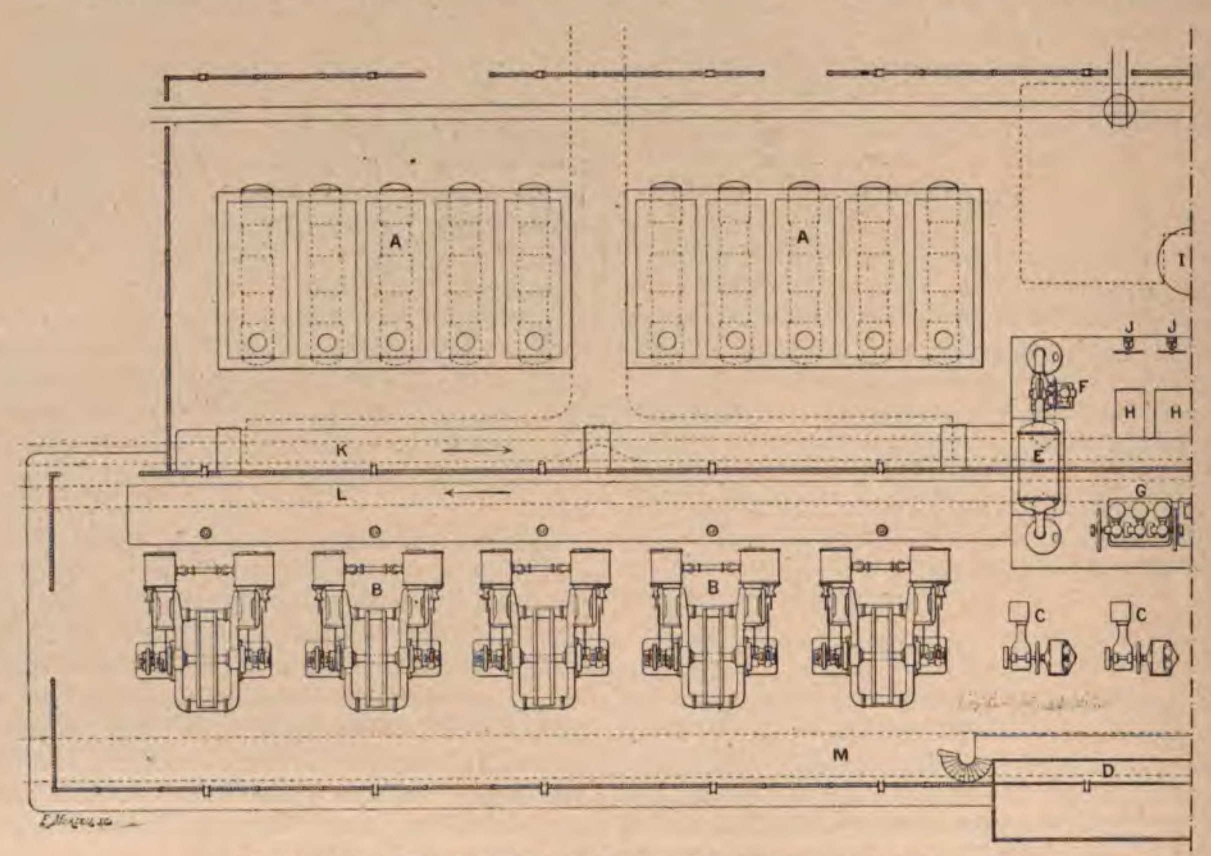


Fig. 1. — Vue en plan d'une moitié de l'usine du secteur électrique de la rive gauche.

A, chaudières à vapeur. — B, machines à vapeur et alternateurs. — C, machines et excitatrices. — D, tableau de distribution. — E, Condenseurs à surface. — F, pompes de circulation d'eau. — G, Pompes à air pour la condensation. — H, H, filtres pour l'eau d'alimentation. — I, Bâche centrale pour l'eau d'alimentation. — J, Pompes d'alimentation. — K, Galerie d'amenée d'eau de condensation. — L, Galerie de retour à la Seine. — M, Galerie des fils.

du cylindre est de 0,4 m, la course du piston de 0,4 m et la vitesse angulaire de 200 tours par minute. Ces machines, comme les précédentes, peuvent également fonctionner à condensation ou à l'air libre.

d. *Condensation et alimentation.* — Une des questions principales, et l'on peut même dire les plus importantes, pour une station centrale, est d'assurer le bon fonctionnement dans les conditions les plus économiques. Et par ces mots généraux nous entendons définir un service facile, un entretien très réduit, et une dépense de combustible très faible. La condensation de la vapeur sortant des machines est certainement un des premiers perfectionnements à adopter; mais il faut avoir la quantité d'eau nécessaire. Dans un grand nombre d'installations, on a réalisé jusqu'ici la condensation; mais les eaux étaient ensuite rejetées sans être utilisées. Les *Usines du Creusot* ont adopté une nouvelle disposition qui résout à la fois deux problèmes importants. L'eau de la Seine permet d'assurer dans de bonnes conditions la condensation par surface. L'eau condensée est ensuite reprise, épurée, filtrée, débarrassée de toutes les matières grasses, et peut alors servir à l'alimentation des chaudières. On a ainsi évité d'établir une machinerie spéciale pour l'épuration de l'eau qui était absolument nécessaire avec l'eau de la Seine à Issy. On peut ainsi éviter l'incrustation des chaudières et leur assurer un entretien économique.

Les principales dispositions adoptées sont les suivantes : La condensation a été centralisée en un même point pour l'ensemble des moteurs à vapeur de l'usine. Cette dispo-

sition est de beaucoup préférable à l'installation de la condensation avec condenseur, pompes à air, pompes de circulation, filtres, etc., à chaque machine séparée. Cette centralisation a permis du reste d'assurer un meilleur fonctionnement des machines à vapeur proprement dites, et de meilleures conditions de surveillance et d'entretien. On reconnaîtra en effet que 9 fois sur 10, dans une usine, les accidents proviennent de la marche des condenseurs. On nous a également dit, à la Société des *Usines du Creusot*, qu'il en résultait une plus grande facilité pour l'accouplement en quantité des alternateurs par suite des conditions identiques de vide dans lesquelles se trouvent

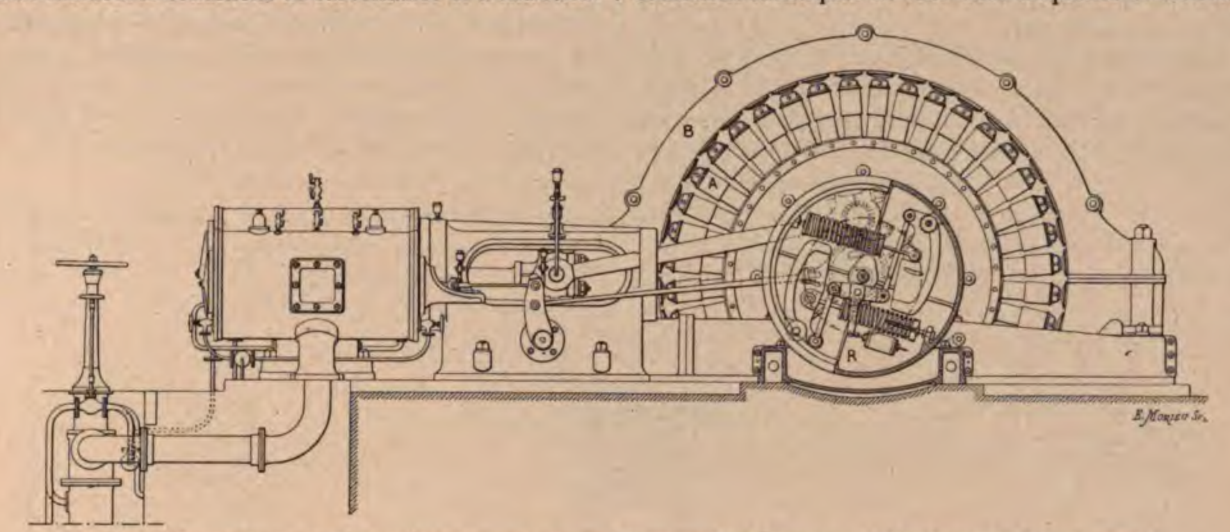


Fig. 2. — Coupe longitudinale d'une machine à vapeur actionnant directement un alternateur. — Côté du cylindre à haute pression.

tous les moteurs. Nous rappelons aussi que toutes les machines peuvent également fonctionner à échappement à air libre, comme nous l'avons dit plus haut.

Tous les appareils pour la condensation ont été installés dans une grande fosse de 16,5 m de longueur, de 10,5 m de largeur et de 4,5 m de profondeur. On peut distinguer les limites de cette fosse sur notre figure 1 à la partie droite. Elle est située en arrière des machines excitatrices en face le tableau de distribution.

L'eau de Seine destinée à la réfrigération est amenée par une galerie K (fig. 1); de là elle est aspirée par une pompe centrifuge F commandée directement par un moteur

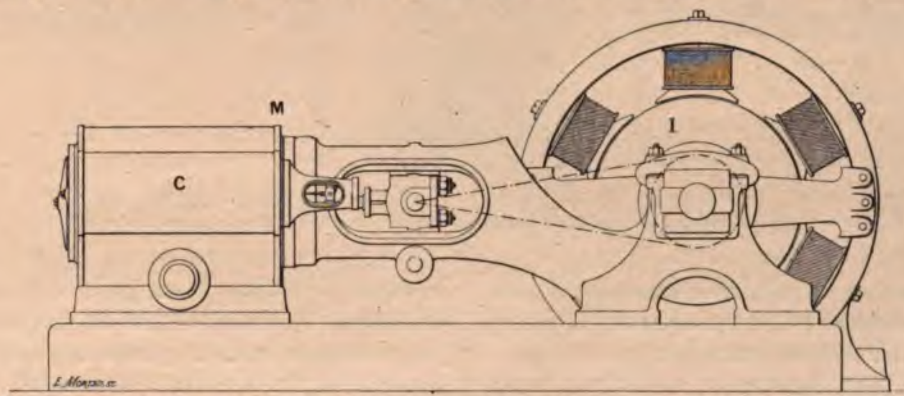


Fig. 3. — Coupe longitudinale d'une machine à vapeur actionnant directement une machine dynamo excitatrice.

à vapeur, et refoulée sous pression à travers le faisceau des tubes des condenseurs E; après son passage, elle est renvoyée à la Seine par la galerie L.

La vapeur, à la sortie des machines, est amenée dans le condenseur E; une fois condensée, elle est extraite, ainsi que l'air mélangé, par des pompes verticales G à pistons actionnées par des moteurs à pilon. L'eau est refoulée dans les filtres H,H, où elle se dépouille des matières grasses qu'elle contenait. A la sortie des filtres, elle passe dans la bâche centrale I, d'où elle est prise par les petits chevaux J,J pour servir à l'alimentation.

Les condenseurs E, au nombre de 2, sont formés par 6040 tubes de laiton étamé, d'une longueur de 3 m et d'un diamètre de 20 mm. La surface totale de condensation est de 1130 m².

Les pompes de circulation F sont des pompes centrifuges commandées directement par des machines verticales à pilon, à un seul cylindre de vapeur avec détente du système Meyer; le diamètre du cylindre est de 0,3 m et la course du piston de 0,38 m. Elles peuvent fournir chacune un débit de 1550 m³ par heure.

Les pompes à air G sont réparties en 2 groupes; chaque

groupe comprend 3 pompes actionnées par un moteur vertical à 3 cylindres à vapeur égaux conjugués sur le même arbre. L'aspiration des pompes à air s'effectue dans un tuyautage général mettant en communication les deux condenseurs, et muni de vannes afin qu'un groupe quelconque de pompes puisse aspirer dans un groupe quelconque de condenseurs.

Nous avons défini plus haut le rôle des pompes d'alimentation J.J. Celles-ci sont au nombre de 4 ; en pleine marche, à condensation, 2 d'entre elles sont suffisantes pour assurer l'alimentation totale des chaudières. Les deux autres pompes servent à puiser dans la conduite K et à élever l'eau nécessaire au service des chauffeurs. C'est cette dernière disposition qui est utilisée pour l'alimentation des chaudières lorsque la condensation ne fonctionne pas.

e. *Alternateurs et excitatrices.* — Les alternateurs appartiennent au type Zipernowsky, et ont été construits par les *Usines du Creusot.* Ce modèle est déjà bien connu de nos lecteurs ; aussi nous contenterons nous de donner quelques renseignements sommaires.

Ces alternateurs sont actuellement au nombre de 3 dans l'usine ; mais leur nombre sera porté à 10. Chacun d'eux est placé entre les deux cylindres des machines à vapeur et monté directement sur l'arbre commun, comme nous l'avons vu dans la figure 2. On peut voir dans la figure 4 une coupe transversale sur l'arbre des machines à vapeur, montrant l'accouplement de l'alternateur.

Chaque alternateur, à la vitesse angulaire de 125 tours par minute, fournit une puissance de 400 kilowatts à 3000 volts et à la fréquence de 42 périodes par seconde. Les inducteurs B sont mobiles ; ils sont formés par

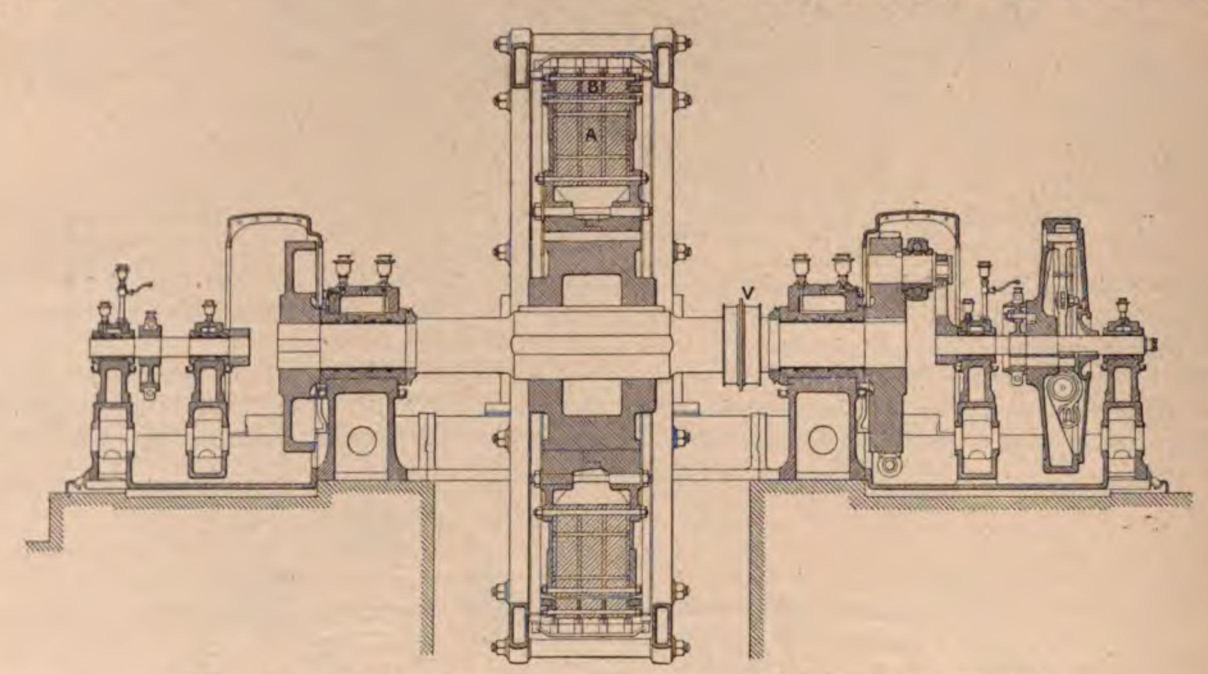


Fig. 4. — Coupe transversale sur l'arbre des machines à vapeur, montrant l'accouplement de l'alternateur.

40 pôles A montés sur un moyeu en fonte. Les bobines induites B fixes sont montées sur une couronne extérieure.

Le courant d'excitation est fourni par les machines à courants continus, dont nous avons montré une coupe longitudinale dans la figure 3. Ces machines, placées en C (fig. 1), seront au nombre de 4, quand l'usine sera achevée. Ce sont des dynamos à courants continus à 6 pôles, construites également par les *Usines du Creusot*, donnant 650 ampères et 110 volts à la vitesse angulaire de 200 tours par minute. Une seule suffit pour l'excitation de 4 alternateurs.

f. *Tableau de distribution.* — Le tableau de distribution, construit par MM. Lombard-Gerin et Cie, mérite de fixer notre attention. Comme dans toutes les installations de ce genre, c'est une partie très importante. Dans l'usine du secteur de la rive gauche, il est placé en D (fig. 1), au centre de l'usine. Il est porté sur un balcon à une hauteur de 2,5 m au-dessus du sol, d'où l'électricien peut distinguer toutes les parties de l'usine. Il a une longueur totale de 19 m. Nous donnons dans la figure 5 le schéma général. A l'inspection de ce schéma, il semble que le tableau soit compliqué. Mais sur place, tous les fils sont distincts, colorés diversement, et se détachent très nettement. Les appareils portent tous des indications qui ne permettent aucune erreur. Nous nous contenterons donc ici d'expliquer seulement les lignes générales de ce tableau.

Les alternateurs sont représentés à la partie inférieure du schéma par les deux cercles concentriques numérotés de 1 à 10 ; au centre sont les machines excitatrices.

Le tableau peut être divisé en 6 parties distinctes, qui sont les suivantes : au centre se trouvent les circuits d'excitation, à gauche et à droite les arrivées des alter-

nateurs; aux deux extrémités, d'un côté, les dispositions pour la synchronisation, le rhéostat de charge et le régulateur automatique d'excitation, et de l'autre côté, à l'extrémité de droite, le départ des feeders.

La partie du tableau relative à l'excitation comprend les interrupteurs, coupe-circuits, rhéostats de champ avec commande individuelle ou commune, voltmètres, ampèremètres, appareils avertisseurs optiques et acoustiques ainsi que les circuits aboutissant aux divers alternateurs. Le rhéostat automatique placé à gauche, suivant la tension aux bornes d'un transformateur témoin, fait varier la résistance d'excitation dans le circuit dérivé des machines excitatrices.

Les tableaux des alternateurs (un à gauche, l'autre à droite) contiennent l'excitation de chaque alternateur avec ampèremètre, interrupteurs d'excitation, interrupteurs principaux à mercure ainsi que les appareils de mesure pour les circuits principaux.

Une partie intéressante est la partie relative à la synchronisation. Un rhéostat de charge spécial, composé d'une série de rhéostats, comme nous l'avons déjà expliqué, permet d'amener les alternateurs à la concordance de

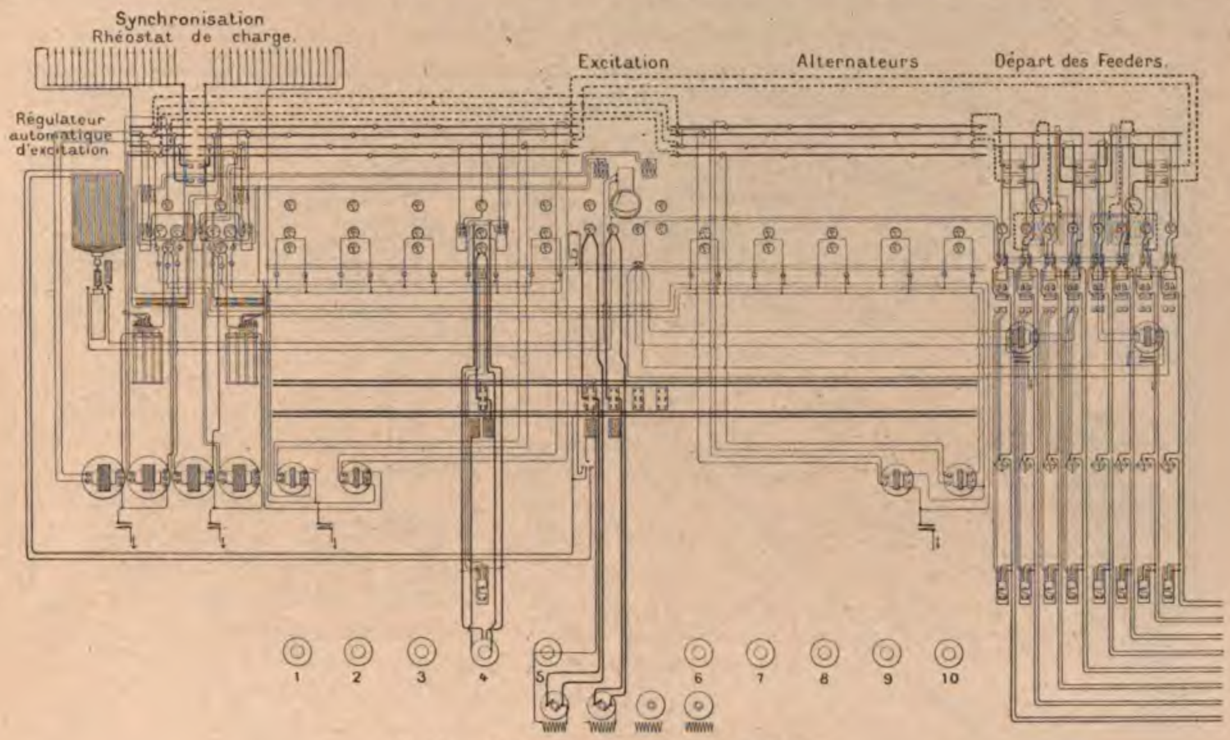


Fig. 5. — Schéma général du tableau de distribution.

phase avant leur couplage en parallèle. Des rails de jonction ont été ménagés à cet effet; on trouve également tous les interrupteurs, ampèremètres, transformateurs, indicateurs de phases, voltmètres, qui sont nécessaires pour ces opérations. Mentionnons aussi au centre un grand voltmètre de lord Kelvin.

Nous arrivons enfin au tableau de départ des feeders où nous trouvons les interrupteurs généraux, les ampèremètres, les transformateurs compensateurs, les voltmètres, etc.

Les alternateurs peuvent facilement être couplés en quantité à l'aide du rhéostat de charge. Nous n'insisterons pas longuement sur ces dispositions déjà bien connues et utilisées depuis longtemps dans de nombreuses stations centrales.

C. — Canalisations extérieures

Comme nous l'avons dit plus haut, la distribution est faite par feeders. Actuellement partent de l'usine 2 feeders de 200 mm². On peut voir dans la figure 6 le tracé actuel des canalisations. Elles suivent le quai d'Issy, le boulevard Victor, la rue Lecourbe. Ces deux feeders ont des points de contact à la rue de Sèvres et à la rue de Rennes. Du point de jonction du boulevard des Invalides et du boulevard du Montparnasse partent des canalisations, l'une faisant le tour par le boulevard Saint-Germain et l'autre passant derrière le Luxembourg et suivant le boulevard Saint-Michel pour rejoindre le premier circuit au croisement du boulevard Saint-Michel et du boulevard Saint-Germain. La disposition mentionnée permet d'alimenter le réseau d'un côté ou d'un autre, afin de pouvoir supprimer, s'il y avait lieu, une partie de canalisation.

Les câbles employés sont des câbles Felten et Guillaume de sections variables de 200 à 25 mm². Ils sont concentriques et ont été fabriqués par la Société industrielle des Téléphones. La composition du câble de 200 mm² est la suivante, en allant du centre à la périphérie : âme centrale formée de 19 fils de 3,6 mm d'un diamètre total de 18 mm, couche d'isolant de papier et de jute d'une épaisseur de

7 mm, conducteur annulaire de 33 fils de 2,1 mm de diamètre, couche d'isolant de papier et de jute de 5 mm, 2 couches de plomb de 2 mm d'épaisseur, couche d'isolant de 2 mm, 2 rubans feuillards de 1,3 mm, et enfin une protection extérieure en jute de 5,5 mm. Le diamètre total est environ de 66,42 mm.

Ce câble est placé directement en terre, dans une couche de sable, avec un grillage métallique pour éviter les coups de pioche ou autres détériorations. Toutes les jonctions, dérivations, prises pour changements de direction, croisements, sont faits à l'aide de boîtes spéciales en fonte placées directement en terre et fermées hermétiquement. Des coupe-circuits, placés dans des boîtes particulières, ont été répartis en différents points du réseau, mais toujours en des points qui peuvent être surveillés.

Dans le plan de la figure 6, on peut voir qu'il existe également des canalisations secondaires de distribution. Des sous-stations de transformateurs ont en effet été établies rue du Bac, rue Danton et rue Soufflot. Leur puissance varie de 15 à 75 kilowatts. Les circuits secondaires sont à 3 fils en conducteur nu porté par des isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en ciment sous les trottoirs. Cette disposition permet d'éviter l'emploi de transformateurs pour des installations de faible puissance, et assure en même temps à ceux-ci de meilleures conditions de fonctionnement.

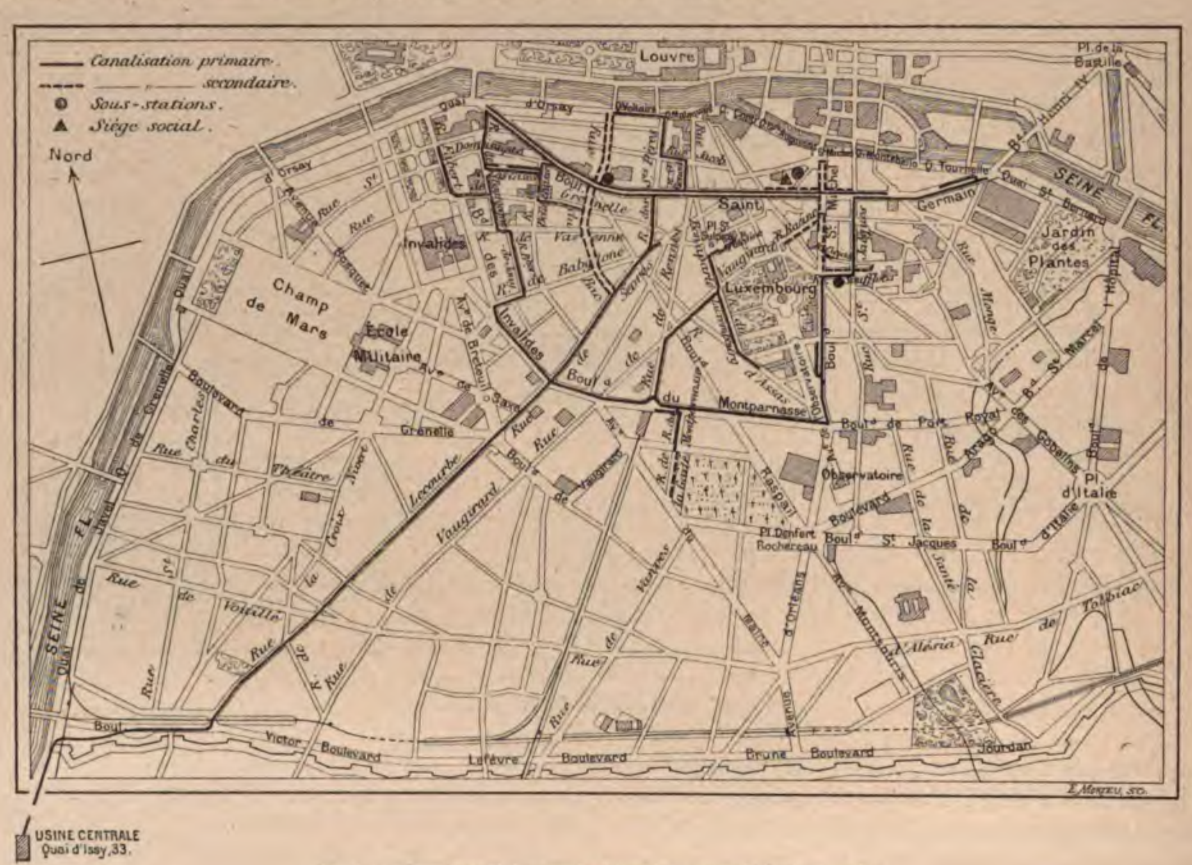


Fig. 6. — Tracé actuel des canalisations du secteur de la rive gauche.

D. — Canalisations intérieures

En ce qui concerne les canalisations intérieures, nous pouvons d'abord considérer le branchement. Les installations sont alors de deux sortes.

Pour les circuits secondaires, les branchements sont faits en câbles isolés au caoutchouc qui aboutissent à une boîte ordinaire d'abonné d'où partent les circuits intérieurs.

Les branchements sur réseau primaire sont faits en câbles isolés à l'aide d'une boîte spéciale de branchement établie sous le trottoir. Les câbles arrivent dans une pièce ménagée à cet effet chez l'abonné et fermée à clef, traversent un coupe-circuit primaire, et desservent le transformateur. Le circuit secondaire est lui-même muni au départ d'un coupe-circuit. Ajoutons que l'installation comporte un paratonnerre et un appareil automatique de mise à la terre.

Les transformateurs utilisés ont été construits par les *Usines du Creusot*; ils appartiennent au système Zipernowski; ils sont renfermés dans des boîtes en fonte étanches. Leur puissance varie de 1 à 25 kilowatts avec des rendements électriques de 92 à 97 pour 100 à pleine charge, de 84 à 95 pour 100 à demi-charge et de 74 à 90 pour 100 à quart de charge, suivant leur puissance.

A la sortie de la boîte d'abonné, ou de la salle du transformateur, nous rencontrons soit les installations intérieures des abonnés, soit les colonnes montantes qui

vont desservir les diverses installations d'une même maison. Nous ne voulons pas insister ici sur ces installations intérieures; qu'il nous soit cependant permis de dire qu'elles sont surveillées très soigneusement. Nous avons pu assister à quelques réceptions et nous avons vu que le service du secteur de la rive gauche examinait avec soin la pose des moulures, les passages des câbles dans les murs, dans des fourreaux, les appareils mixtes à gaz et électricité, ainsi que les divers appareillages. La résistance d'isolement est ensuite mesurée quand l'installation intérieure a donné satisfaction à tout autre point de vue.

Parmi toutes les installations intérieures, nous en signalerons une qui offre un certain intérêt. Il s'agit de l'installation faite dans les laboratoires et nouvelles constructions de la *Sorbonne*. Cette installation peut être desservie à la fois par le courant alternatif et le courant continu. Pour convertir le courant alternatif en courant continu, une disposition spéciale a été prise.

L'installation comporte d'abord l'arrivée en câble concentrique avec coupe-circuits primaires, puis 2 transformateurs de 25 kilowatts. Ces transformateurs, à circuits secondaires à 3 fils, sont destinés l'un à la Sorbonne, l'autre à alimenter divers abonnés dans les quartiers avoisinants. Le courant alternatif secondaire du premier transformateur alimente d'abord un moteur asynchrone de 3 chevaux à 110 volts. Ce moteur fonctionne parfaitement et démarre sans difficulté. Il commande par courroie et poulie l'arbre d'un moteur synchrone de 25 kilowatts à 220 volts. Enfin ce dernier moteur commande lui-même une dynamo génératrice à courants continus de 25 kw à 110 volts et à 4 pôles, ainsi qu'une petite dynamo servant de survolteur. En résumé le moteur asynchrone est un moteur auxiliaire qui sert à assurer le démarrage du moteur synchrone. L'opération de mise en marche est des plus simples, comme nous avons pu le constater. Le moteur asynchrone démarre, entraîne le moteur synchrone, ainsi que la machine à courants continus. Le moteur synchrone à excitation fournie par la dynamo à courants continus fonctionne d'abord comme génératrice. Lorsque les phases sont concordantes, ainsi que le montre un indicateur placé sur le tableau de distribution, le moteur synchrone est couplé sur la ligne, et le moteur asynchrone supprimé. La dynamo à courants continus alimente alors le réseau de distribution intérieure de la *Sorbonne*, et charge en même temps une batterie d'accumulateurs, qui sert aux divers besoins du service, et qui dans le cas actuel est d'une grande utilité. Ajoutons que pour amortir le ronflement du moteur synchrone on l'a enfermé dans une cage en feutre.

E. — Appareils d'utilisation

Il nous paraît important de dire ici quelques mots des divers appareils d'utilisation.

En ce qui concerne l'éclairage, les lampes à incandescence n'offrent aucune difficulté. Il n'en est pas de même des lampes à arc. Malgré toutes les difficultés, cependant, au 1er avril 1896, la Compagnie du secteur de la rive gauche avait en service 175 lampes. La plupart appartenaient au système Brianne, Ohlinger et Barrière. Des essais ont été faits également ou sont faits en ce moment avec différents autres modèles, lampe Hélios, lampe de Courval de la Société des Téléphones, etc. Il n'y a donc plus maintenant de difficultés de ce côté, et les lampes à arc fonctionnent aussi bien sur courants alternatifs que sur courants continus.

Nous pouvons ajouter quelques renseignements sur la lampe Ohlinger que représente notre figure 7. Cette lampe, de faible hauteur, est une lampe différentielle à point lumineux fixe; elle peut se monter par 3 en tension sur 105 volts. Le fonctionnement de cette lampe est des plus simples. A la partie supérieure, deux armatures sont suspendues librement, à un fléau de balance, dans l'intérieur d'une bobine à gros fil ou d'une bobine à fil fin. Il y a donc un équilibre qui se rétablit toujours et se maintient pour un régime donné. Toutes les parties isolées de cette lampe sont en porcelaine, en stéatite ou en micanite.



Fig. 7. — Vue d'ensemble de la lampe à arc Ohlinger.

Les applications mécaniques de l'énergie électrique ne seront pas non plus négligées sur le secteur de la rive gauche. Des ascenseurs électriques sont sur le point d'être mis en service avec moteurs fournis aux divers constructeurs par les *Usines du Creusot*, etc. M. de Tavernier, directeur de la Société, nous a également parlé de traction électrique possible pour l'avenir.

Nous ne pouvons que féliciter la nouvelle Société d'être entrée résolument dans cette voie qui nous paraît la vraie et la bonne. Les stations centrales électriques ne doivent pas seulement être des usines d'éclairage, comme on les appelle encore trop souvent aujourd'hui, mais des stations de distribution d'énergie électrique; et cette dernière doit être employée à toutes sortes d'applications.

F. — Renseignements généraux

Il nous resterait maintenant à donner quelques renseignements sur les prix de revient et les prix de vente.

Les dépenses totales d'installation atteindront, lorsque l'usine sera complètement achevée, une somme d'environ 5 200 000 fr pour une puissance utile de 4000 kilowatts, soit 1300 fr par kilowatt. Dans ce total il faut compter environ 4 000 000 fr pour l'usine et 1 200 000 fr pour la canalisation, soit 1000 fr par kilowatt installé à l'usine et 300 fr par kilowatt canalisé. La dépense de canalisation peut se diviser en 700 000 fr de câbles et accessoires et

en 500 000 fr de transformateurs, soit environ 175 fr de câbles et 125 fr de transformateurs par kilowatt installé.

Les prix de vente sont les prix ordinaires adoptés sur les secteurs de Paris, avec rabais et concessions diverses suivant les durées d'utilisation.

Les quelques renseignements précédents nous montrent maintenant que la Ville de Paris est entièrement pourvue, du moins dans ses grandes artères, de réseaux de distribution d'énergie électrique. Pour assurer un grand développement à l'exploitation de ces usines, il est indispensable et absolument nécessaire que les prix de vente actuels soient abaissés. Les Sociétés ne pourront souscrire à ces conditions que lorsque leur concession, dont la durée est de 18 ans, aura été prolongée. Il est donc à souhaiter vivement que le prochain Conseil municipal reprenne le rapport, préparé par M. Attout-Taillfer quelques jours avant sa mort, et accorde aux Sociétés d'électricité une prolongation de 25 ans ou plus pour la durée de leur concession, comme le demandait ce rapport.

J. Laffargue.

L'ÉLECTRICITÉ A L'EXPOSITION

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Si nous disions que l'Exposition a été, cette fois, un peu maigriotte, il ne faudrait pas en conclure que l'activité de ses organisateurs s'est un instant ralentie. Il eût été difficile d'égaler les dernières, qui étaient fort brillantes; nous avions vu paraître, en 1895, le cinématographe, qui a fait depuis cette époque la brillante fortune que l'on sait; la maison Lumière avait aussi entrepris d'égayer l'aspect général de nos salles, en répandant à profusion des photographies qui étaient de véritables tableaux. Rien de pareil cette année; la photographie, sinon par les rayons X, a brillé surtout par son absence, si on la compare à la place qu'elle tenait dans les dernières expositions. Puis surtout la réunion de Pâques s'ouvrait au moment où finissait le Congrès de Carthage, et, malgré tout, les physiciens ne possèdent pas le don d'ubiquité. Enfin, quelques constructeurs se sont manifestement réservés pour l'Exposition de la Société des Électriciens qui va s'ouvrir, et à laquelle ils apporteront leurs primeurs.

Si nous exceptons les rayons X, dont nous reparlerons avec plus de détails à une autre occasion, la nouveauté la plus remarquée de l'Exposition est sans aucun doute l'acétylène. L'an dernier, on en parlait comme du gaz de l'avenir; quelques privilégiés avaient vu de leurs yeux le carbure qui le produit et la flamme qu'il engendre; aujourd'hui, nous touchons aux applications industrielles. Du reste, nous avons fait bonne connaissance, dans le courant de l'année, avec tous les tenants et aboutissants de l'acétylène. M. Trouvé à la Société de Physique, M. Hospitalier à la Société des Électriciens, nous en ont entretenus dans des conférences dont la dernière surtout avait attiré un très gros public.

Si l'on est un peu hésitant dans l'application, malgré les progrès techniques et la formation de plusieurs Sociétés pour l'exploitation du nouveau produit, c'est qu'on ne sent pas le terrain encore assez solide. Entre le carbure à 900 fr la tonne qu'annonce M. Bullier, et celui que les Américains nous promettent pour 50 fr, en passant par celui de Vallorbes ou de Neuhausen, dont le prix est, sauf erreur, de 500 fr environ, nous trouvons tous les degrés possibles d'applications du nouveau gaz; dans un cas, l'éclairage par son moyen sera limité à quelques cas spéciaux; dans l'autre, il fera concurrence même au pétrole.

Puis on attend, et non sans raison, d'être mieux fixé sur les propriétés accessoires de l'acétylène; jusqu'à quel point est-il explosif? on le sait à peu près par les expériences de M. Maquenne, mais on n'en a pas l'expérience quotidienne. Son odeur, bien que M. Trouvé l'ait déclarée suave, effraie aussi quelques personnes médiocrement portées vers les émanations alliacées. Nous ne prétendons pas médire de la concurrence, mais nous constatons seulement une expectative du public, qui, pour le moment, admire platoniquement, laissant à d'autres le soin de faire les expériences domestiques. Cela dit, il faut convenir que la flamme de l'acétylène se comporte vaillamment et qu'elle donnait au vestibule, illuminé par les soins de M. Trouvé, un aspect des plus gais.

L'aimable constructeur de la rue Vivienne avait aussi exposé un certain nombre d'appareils fixes ou portatifs, ainsi qu'un bec pour projections, alimentés par l'acétylène.

M. Bullier, MM. Ducretet et Lejeune ont construit des générateurs complets, que ces derniers avaient accompagnés de lampes de tous modèles à petit et à grand débit, destinées à l'éclairage des wagons ou de larges espaces. Le gaz était obtenu et consommé sur place, de telle sorte que l'on pouvait voir fonctionner un véritable modèle d'installation domestique. MM. Ducretet et Lejeune ont franchement adopté, ainsi que M. Lequeux, la solution consistant à produire le gaz sous pression de façon à pouvoir le transvaser dans des réservoirs portatifs, sans avoir à le comprimer préalablement.

La Société centrale des produits chimiques et M. Maurice de Thierry construisent seulement des réservoirs spéciaux destinés à la conservation de l'acétylène. Enfin M. Violle exposait un étalon photométrique construit avec le plus grand soin par M. Carpentier, et dans lequel la surface éclairante est une flamme d'acétylène. Nous comptons parler très prochainement de cet appareil, dans une étude d'ensemble sur les flammes.

Le nouvel éclairage intéresse les électriciens surtout par la concurrence; et, bien que le sujet ne soit pas élec-

trique, il nous a paru intéressant de marquer une étape dans le progrès de la nouvelle industrie.

La Société française de l'héliogène et la Société anonyme Cance rivalisaient dans l'éclairage électrique des divers locaux de l'Exposition, depuis la porte d'entrée jusqu'à la grande salle du premier étage. La dernière Société exposait en outre un matériel complet pour une installation d'éclairage, depuis ses petits arcs, fonctionnant avec une faible intensité, jusqu'aux indicateurs soit pour la marche, soit pour la charge et la décharge des accumulateurs. Plusieurs interrupteurs pour obtenir la rupture brusque du courant jusqu'à 800 ampères, et un rhéostat à mouvement hélicoïdal, permettant de faire varier le courant d'une manière insensible, complétaient son exposition.

Nous avons pu voir aussi un certain nombre de dynamos répondant à des usages bien différents. L'une d'elles, construite dans les ateliers Postel-Vinay, sur les plans de M. Rechniewski, est spécialement destinée à la charge des accumulateurs; elle peut débiter 310 ampères sous 110 à 170 volts: les spires de l'induit sont façonnées d'avance sur un gabarit, de telle sorte qu'on les met en place sans avoir à les modifier. L'induit est à claire-voie, et le courant d'air le traverse de part en part pendant la marche.

Une autre dynamo de deux chevaux seulement, destinée à la commande d'un tour, est munie d'un réducteur de vitesse assez semblable à celui de la turbine Laval. La vitesse angulaire sur la poulie de commande n'est plus que de 250 tours par minute. Les deux roues, à engrenage hélicoïdal, sont noyées dans l'huile. Suivant les essais faits dans les ateliers Postel-Vinay, le rendement de la transmission est de 82 pour 100.

Si nous descendons encore dans l'ordre des puissances, nous trouvons les petits moteurs construits par M. Cadiot, dont l'un est monté sur une perceuse à main, un autre, alimenté par un courant alternatif, actionne un ventilateur.

Le record du petit moteur était détenu par M. Doignon, qui exposait une série de machines dont l'une ne possède qu'une puissance de 1 kgm par seconde; autant dire un rat-vapeur.

N'oublions pas la dynamo construite par la Société des Anciens Établissements Cail, pour le laboratoire de M. Lippmann. Cette machine, à courant continu, donne un débit de 0,2 ampère, sous 3000 volts. Nos lecteurs connaissent les détails par la description qui en a été donnée ici au moment de sa construction.

Pour finir ce qui concerne la machine dynamo, nous signalerons les excellents modèles en bois représentant des coupes des divers organes de la machine. Ces modèles, exécutés par la maison Digeon, rendront sans nul doute des services dans l'enseignement de l'électricité technique.

Un seul accumulateur, celui de Georges-René Blot à navette, dont on dit beaucoup de bien.

La télégraphie était représentée par les relais que construit la maison Doignon. Ces relais, à transmission très rapide, sont destinés aux câbles sous-marins, et particulièrement aux câbles transatlantiques.

Parmi les appareils de mesure, nous ne pouvons guère mentionner que ceux de MM. Arnoux et Chauvin, qui viennent d'établir un grand nombre de modèles divers d'ampèremètres destinés aux mesures industrielles ou de laboratoire. Ces instruments sont trop généralement appréciés pour qu'il y ait lieu d'insister sur leurs excellentes qualités. Nous indiquerons seulement, comme nouveautés de cette maison, les boîtes complètes pour la mesure des résistances, et un ampèremètre à molette pour l'inscription continue sur un rouleau de papier.

Le wattmètre universel de MM. Blondel et Labour, et l'ampèremètre pour hautes fréquences construit par la maison Gaiffe, rendront des services d'un genre bien différent.

Dans ce domaine si intéressant de la haute fréquence, la maison Gaiffe est encore en progrès. La nouvelle bobine qu'elle expose fournit, sous une forme très compacte, tout ce qu'il faut pour obtenir des courants analogues à ceux que M. Tesla nous a appris à connaître. La bobine, avec son socle ordinaire, est portée sur une deuxième caisse qui contient deux condensateurs en cascade, et porte l'excitateur à étincelles. Un perfectionnement important a aussi été apporté dans l'interrupteur de la bobine. Le marteau frappe non plus sur un butoir fixe, mais sur un disque entraîné dans un mouvement continu de rotation par une petite dynamo alimentée par une dérivation du courant primaire. De la sorte, les surfaces en contact se renouvellent constamment, et l'on évite l'usure irrégulière des garnitures de platine, préjudiciable à la bonne marche de la bobine.

On a vu reparaître, dans la collection des appareils de M. Gaiffe, le grand solénoïde pour l'auto-conduction étudiée par M. d'Arsonval; mais on en a tiré des effets nouveaux. Lorsqu'il est accordé sur l'oscillation du primaire, les étincelles jaillissent de son extrémité libre, et illuminent les corps organiques médiocrement conducteurs que l'on y fixe. Le Dr Oudin a donné, à certaines expériences de ce genre, une tournure nouvelle.

Puisque nous parlons des potentiels élevés, il convient de signaler une combinaison d'appareils réalisée par MM. Ducretet et Lejeune, afin de mettre une fois de plus en pratique l'adage qu'« il faut que rien ne se perde ». Une chaudière à vapeur envoie un jet de vapeur d'eau dans un autoclave stérilisateur destiné surtout au nettoyage des bougies Chamberland. A la sortie, la vapeur est reprise dans une machine Armstrong, de telle sorte qu'on obtient gratis de l'électricité à haut potentiel. En aura-t-on quelque besoin précisément à côté de l'autoclave? C'est une autre question à laquelle nous serions embarrassé de répondre. Il faut croire que oui, puisque MM. Ducretet et Lejeune ont réalisé la combinaison.

Voici maintenant deux nouveautés industrielles, qui ne touchent qu'indirectement à l'électricité. La manufacture de Saint-Gobain avait exposé toute une série de bacs divers, striés sans doute pour être d'un transport plus

facile, et dont quelques-uns atteignaient des dimensions très respectables. Le plus grand de tous, de forme cylindrique, avait 1 m de hauteur et une capacité de 200 litres. Ces vases seront sans doute fort appréciés comme récipients pour les accumulateurs.

L'autre nouveauté est le corindon-Werlein, autrement dit l'alumine fondue. Cette substance, plus ou moins finement broyée et agglomérée avec un fondant très tenace, fournit des meules d'une extrême dureté, propres à l'affûtage des outils ou à l'attaque des roches par les fleurets que l'on garnissait autrefois de diamant noir.

Nous terminerons ce rapide exposé par la description de quelques appareils d'amphithéâtre d'un genre bien différent. L'un est dû à M. Guerre, dont nous décrivions dernièrement l'ingénieux timbre chantant. Le même principe lui sert maintenant à entretenir les vibrations d'une corde ou d'une lame d'acier. Un petit électro-aimant, situé au-dessous de la lame, est actionné par un courant qu'elle interrompt elle-même; de la sorte, les pulsations de l'électro sont synchrones de la période de vibration de la lame, et le mouvement vibratoire de celle-ci est entretenu indéfiniment.

L'instrument monté de cette façon possède certains avantages sur le sonomètre ordinaire. Il laisse l'entière liberté de ses mouvements au professeur, qui autrement en est réduit à actionner la corde avec un archet. Voici une intéressante observation que l'on peut faire à l'aide du sonomètre de M. Guerre. L'électro étant placé en un ventre d'un des harmoniques de la lame, si l'on isole cet harmonique par un contact instantané en un de ses nœuds, le son ainsi obtenu se conserve pendant un temps assez long, jusqu'à ce que, par suite de la rigidité de la lame, le phénomène se complique; les autres sons viennent alors s'ajouter au premier, qui cependant conserve pendant un moment une certaine prépondérance.

Une autre expérience est celle de M. Weiss, dont nous avons dit quelques mots dans la revue des travaux de l'an dernier. Il l'a fort ingénieusement complétée, pour la rendre plus démonstrative encore. On se souvient que la magnétite possède des directions de perméabilité maxima qui tendent à se placer dans les lignes de force du champ magnétique. Une petite lame de ce minéral, montée sur un disque de verre, et placée sur un plan bien horizontal reposant sur l'une des branches d'un aimant, prend en effet d'elle-même la position correspondant à ses propriétés magnétiques. Deux lames mises dans le champ se placent parallèlement, mais se repoussent mutuellement avec une force bien appréciable.

L'image de ces phénomènes nous est fournie par des disques semblables, découpés dans un treillis de fil de fer très fin, qui possède aussi deux directions de perméabilité maxima, de telle sorte que les disques se placent dans le champ exactement comme le fait la magnétite.

M. Torchebœuf avait monté une table d'Ampère dans laquelle les pièces mobiles se ferment sur les couples thermo-électriques, de telle sorte que toute une série de phénomènes peuvent être démontrés avec le même instrument. Enfin, M. Silvanus P. Thomson, qui projetait de fort jolies expériences d'optique, montrait aussi un certain nombre d'effets des champs tournants. Un aimant en fer à cheval est mis en rotation autour d'un axe vertical; au-dessus de ses extrémités se trouve une glace horizontale sur laquelle on place les objets dont on veut étudier le mouvement sous l'action du champ. Les limailles en particulier prennent des mouvements d'un curieux effet, aisés à projeter, et qui montrent pour ainsi dire d'une façon directe la rotation des lignes de force.

Dans quelques jours, nous nous retrouverons dans les mêmes salles, à l'Exposition organisée par la Société des Électriciens, à laquelle, nous en sommes persuadé, les constructeurs seront heureux d'apporter leurs plus récentes créations. Ch.-Éd. Guillaume.

LES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES DE ROUEN

La classique rivalité des villes de Rouen et du Havre a trouvé, une fois de plus, dans les tramways électriques, l'occasion de se manifester, au plus grand profit des habitants de ces deux villes, dotées aujourd'hui, l'une et l'autre, d'un réseau de tramways que bon nombre de grandes, de très grandes villes, leur envient certainement. Aux 13 km que comporte actuellement le réseau du Havre, Rouen peut opposer aujourd'hui ses 33 km de lignes, mais le Havre va prendre sa revanche en portant la longueur de son réseau complet à 45 km. Pour peu que cette noble émulation continue, les lignes électriques faisant tache d'huile finiront par se rencontrer. Le Havre et Rouen n'auront plus alors qu'un seul et unique réseau, ce qui mettra fin à la lutte... vers le milieu du siècle prochain.

Les avatars de la Compagnie des tramways de Rouen sont nombreux. Fondée par une Société anglaise, on y adopta en premier lieu la traction par chevaux; le coût d'exploitation et la lenteur des transports rendirent l'exploitation précaire. La traction à vapeur ne donna pas des résultats bien meilleurs. Lorsqu'on se préoccupa d'une troisième transformation, tous les systèmes connus ou inconnus se mirent sur les rangs, mais la transformation représentait plus de 5 millions de débours, une bagatelle qui refroidit le plus grand nombre de concurrents.

La Compagnie des tramways de Rouen, devenue française avec le concours de la Compagnie française Thomson-Houston, a pu obtenir le concours technique et financier nécessaire à une aussi importante entreprise.

Le projet présenté par la *Compagnie des tramways de Rouen*, accepté par la ville du 1er février 1895, et moins de quatorze mois après, le 22 mars 1896, nous assistions à l'inauguration officielle du réseau composé de 8 lignes anciennes d'une longueur totale de 25 460 m et 8 lignes nouvelles d'une longueur totale de 11 607 m, soit 16 lignes et 37 km de longueur.

Voici la composition des 16 lignes de ce réseau dont la figure 1 donne le plan général.

ANCIEN RÉSEAU

	Longueur en mètres.
1. Du Pont de pierre à Maromme	6 646,40
2. De l'Hôtel de Ville à Darnetal	3 477,00
3. De l'Hôtel de Ville à Sotteville	3 332,70
4. De l'Hôtel de Ville à Quevilly	3 977,70
5. De l'Hôtel de Ville au Jardin des plantes	2 877,70
6. Du Pont de pierre à la rue Verte	1 738,90
7. Du Pont de pierre à Saint-Hilaire	1 505,00
8. De l'Hôtel de Ville au Mont Riboudet	1 600,00
Total des lignes existantes	25 460,00

NOUVEAU RÉSEAU

9. De Saint-Hilaire à la Madeleine	2 873,00
10. De Beauvoisine aux Chartreux	3 613,00
11. De l'Hôtel de Ville à la route de Lyon	1 312,00
12. De l'Hôtel de Ville à Beauvoisine	585,00
13. Prolongement de la ligne n° 6	939,00
14. De la place Saint-Sever à la rue Tous-Vents	795,00
15. De la Madeleine au Mont Riboudet	300,00
16. De l'église Saint-Sever à la Cathédrale	1 160,00
Total des lignes nouvelles	11 607,00
Total général	37 067,00

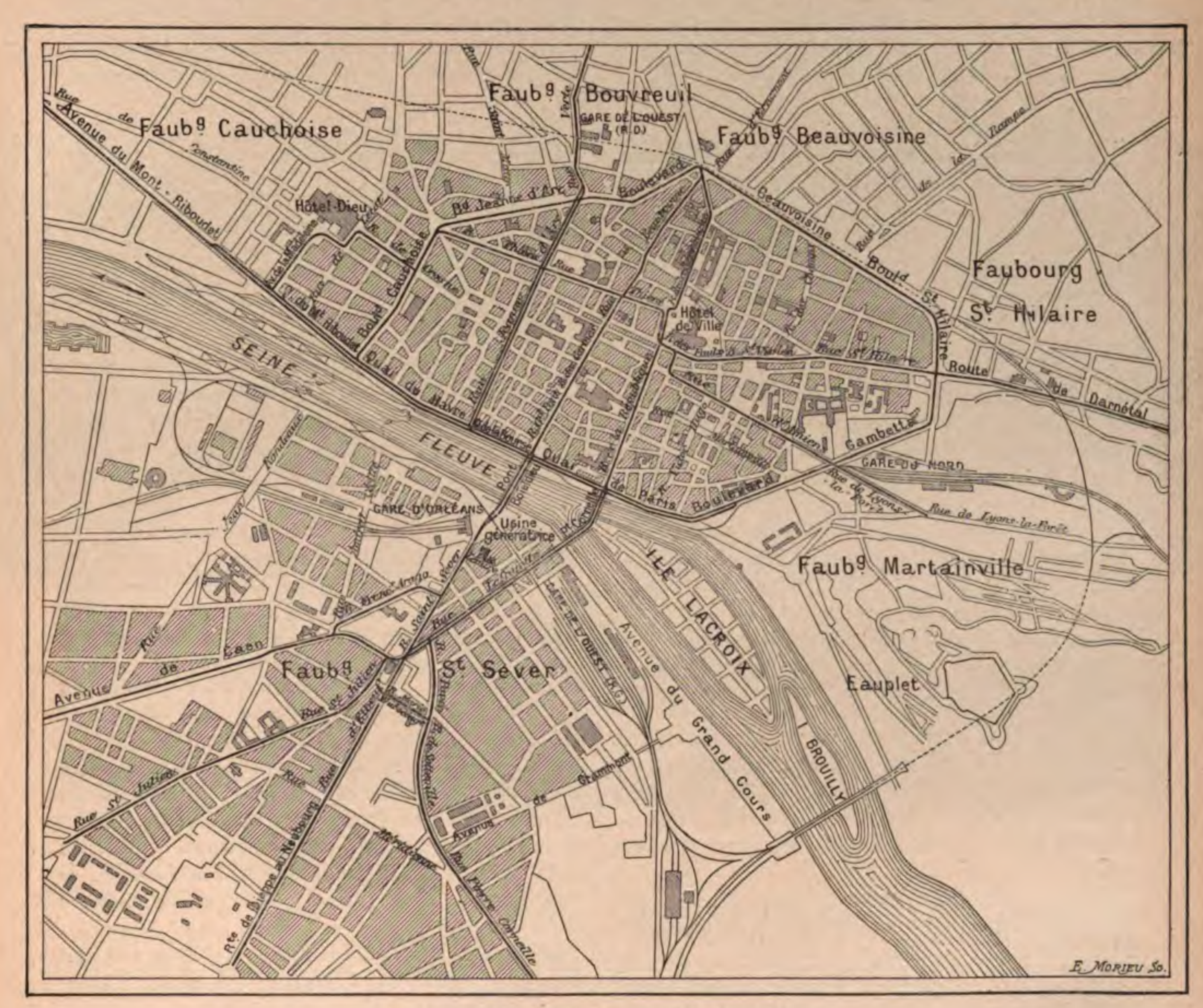


Fig. 1. — Plan du réseau des tramways électriques de Rouen.

Le système adopté est celui de la *Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston* avec fil aérien et trolley, système bien connu de nos lecteurs. Il nous suffira donc d'indiquer les principales conditions d'établissement de ce réseau, actuellement le plus important établi en France.

VOIES

Rails Broca. Poids linéaire	44 kg:m.
Écartement	1,44 m.
Rampe maxima	0,05
Rayon minimum des courbes	20,0 m.

Les rails sont réunis entre eux par de fortes éclisses et

un double fil de cuivre terminé par un coin spécial appelé « Chicago rail bond ». Ce fil de connexion a 8 mm de diamètre et porte, à chacune de ses extrémités, une pièce cylindrique beaucoup plus grosse, emboutie. Après avoir introduit les têtes dans les trous des rails, on force une cheville conique d'acier, dans le trou axial de la tête et l'on rabat les lèvres de l'ouverture. Le serrage est excessivement énergique et ne peut se modifier. Chaque joint de rail est muni de deux barres de connexion semblables. A de courtes distances, les rails d'une même voie sont reliés entre eux d'une façon analogue; de même les voies parallèles entre elles.

Le fil est suspendu axialement au-dessus des voies par des fils d'acier transversaux amarrés à des poteaux métalliques. Les fils d'acier sont isolés à la fois de la ligne aérienne et des poteaux métalliques, de sorte que toute dérivation de courant est impossible.

LIGNES AÉRIENNES

Diamètre du fil de trolley en cuivre dur. .	8,25	mm.
Nombre de poteaux de support en acier. .	1200	
Hauteur des poteaux au-dessus du sol. . .	7	m.

Les poteaux sont en tubes d'acier à 4 sections et ont une hauteur de 7 mètres environ au-dessus du sol. La partie inférieure est garnie d'une base en fonte d'un modèle élégant; les joints des tubes sont recouverts de bagues et leur partie supérieure porte une boule surmontée d'une pointe. Ces poteaux ont reçu une patine vieux bronze qui leur donne un cachet très décoratif.

Sur les quais les poteaux sont à double console et placés dans l'entrevoie, à l'instar du boulevard de Strasbourg au Havre. De deux en deux ces poteaux porteront, au lieu et place de boules métalliques, une lampe à arc. Les lampes ainsi établies sur les quais seront au nombre de 27. L'éclairage obtenu facilitera beaucoup les chargements et les transports des marchandises jusqu'à une heure avancée de la nuit. Quatre autres lampes à arc seront installées sur le pont Boieldieu et cinq sur le pont Corneille.



Fig. 2. — Ligne de la Madeleine.



Fig. 3. — Ligne de Quévilly.

Enfin les poteaux du tramway serviront à supporter 162 lampes à incandescence, réparties dans les rues Jeanne-d'Arc, Thiers, de la République et Lafayette.

Par suite d'un arrangement intervenu entre la Municipalité, la Compagnie des tramways de Rouen et la Société normande d'électricité, ces lampes seront alimentées par cette Société. Il est probable qu'avant peu toutes les voies parcourues par le tramway seront éclairées à l'électricité.

Les figures 2, 3 et 4 donnent une idée de l'aspect général des lignes aériennes en différents points de la ville. Cet aspect n'a rien de disgracieux et contribuera certainement à réduire les préventions que certains esthètes trop absolus conservent encore à l'égard des tramways à fil aérien.

Feeders. — Les feeders employés pour la ligne aérienne ont 200 mm² de section et 6000 m de longueur. Ils sont fortement isolés au caoutchouc et mis directement en terre. Le premier aboutit place Saint-Sever, le deuxième place de la Mairie, le troisième au Champ-de-Mars, le quatrième suit le long de la Seine jusqu'au boulevard Cauchoise.

Les feeders de retour sont en câble nu de 150 mm² noyé dans un caniveau en bois rempli de bitume et aboutissent aux mêmes points que les autres.

VOITURES

Nombre actuel des voitures	50
Poids en charge.	7 tonnes.
Longueur.	8 mètres.
Nombre de places d'intérieur	24
— de plate-forme	16
Nombre de moteurs type G. E. 800	2
Poids de chaque moteur.	600 kg.
Puissance —	18 kilowatts.

Les trucks d'une forme nouvelle ont été construits aux ateliers de la Compagnie française Thomson-Houston par la *Société des Établissements Postel-Vinay*. Ils sont très légers et très robustes; le réglage et le changement des pièces susceptibles de se détériorer est des plus faciles.

Équipement des voitures. — L'équipement de voitures comprend tout le matériel électrique en dehors des moteurs; il se compose du trolley, de sa perche et de sa base, du contrôleur, des résistances additionnelles, des coupe-circuits, des parafoudres, des lampes et des câbles.

La roue du trolley est en bronze, à gorge profonde et à coussinets en graphite; elle est mobile autour d'un axe fixé sur une fourche à l'extrémité d'une perche métallique emmanchée dans une douille faisant partie de la base. A Rouen, on a fait usage d'une nouvelle base de trolley présentant l'avantage de permettre à la perche de se maintenir toujours verticalement lorsqu'elle est libre, et de pouvoir être inclinée en avant ou en arrière à volonté. Elle se compose de deux ressorts à boudin de



Fig. 4. — Tramways électriques de Rouen. — Ligne de Darnetal.

45 cm de longueur, guidés par un tube et maintenus entre une butée et un tampon à oreille pouvant glisser sur le tube-guide. Deux tiges passent dans les oreilles; elles sont maintenues d'un côté par des écrous et de l'autre s'accrochent à l'extrémité du petit bras d'un levier, dont l'autre est la perche, et mobile autour d'un axe très près de la base. La perche, en s'inclinant, tire les tiges du côté où elle s'abaisse et comprime le ressort à boudin.

Le contrôleur employé à Rouen est celui séries-parallèle, type K^2. Il diffère de celui employé au Havre par l'addition d'une résistance qui rend le démarrage plus doux. Le contrôleur a pour but de coupler convenablement les moteurs entre eux et avec des résistances appropriées pour graduer la vitesse et le couple des moteurs depuis zéro jusqu'au maximum sans à-coup ni secousses. Un système particulier de blocage ne permet pas d'envoyer le courant dans les moteurs tant qu'une petite manette est dans la position de repos; cette même manette permet de passer de la marche avant à la marche arrière sans changer le sens de rotation de la manivelle du contrôleur.

Les résistances additionnelles sont placées sous la voiture. Elles se composent de bandes métalliques minces pressées entre des bandes analogues de carton d'amiante

et maintenues par des cales en porcelaine dans un cadre en fonte. Elles sont, par suite, incombustibles.

Les coupe-circuits sont constitués par une lame d'alliage très fusible, serrée entre des mâchoires et disposée au-dessus d'un électro-aimant. Quand le courant traversant les moteurs est trop intense, la lame de métal fond, et l'arc formé est vivement soufflé par le champ magnétique de l'électro-aimant. Les parafoudres et l'interrupteur principal sont également à soufflage magnétique.

Les lampes à incandescence servant à l'éclairage des voitures sont au nombre de 5; le courant qui les alimente est dérivé du courant principal avant les appareils de contrôle et de réglage, et retourne directement par l'ossature métallique du truck aux roues et à la voie.

Le courant recueilli par la roulette du trolley passant sous la ligne aérienne, chemine par la perche métallique, la base du trolley, un câble reliant cette base à l'interrupteur principal, puis traverse le parafoudre, les coupe-circuits, le contrôleur, les appareils de réglage, les moteurs, le truck, les roues et la voie.

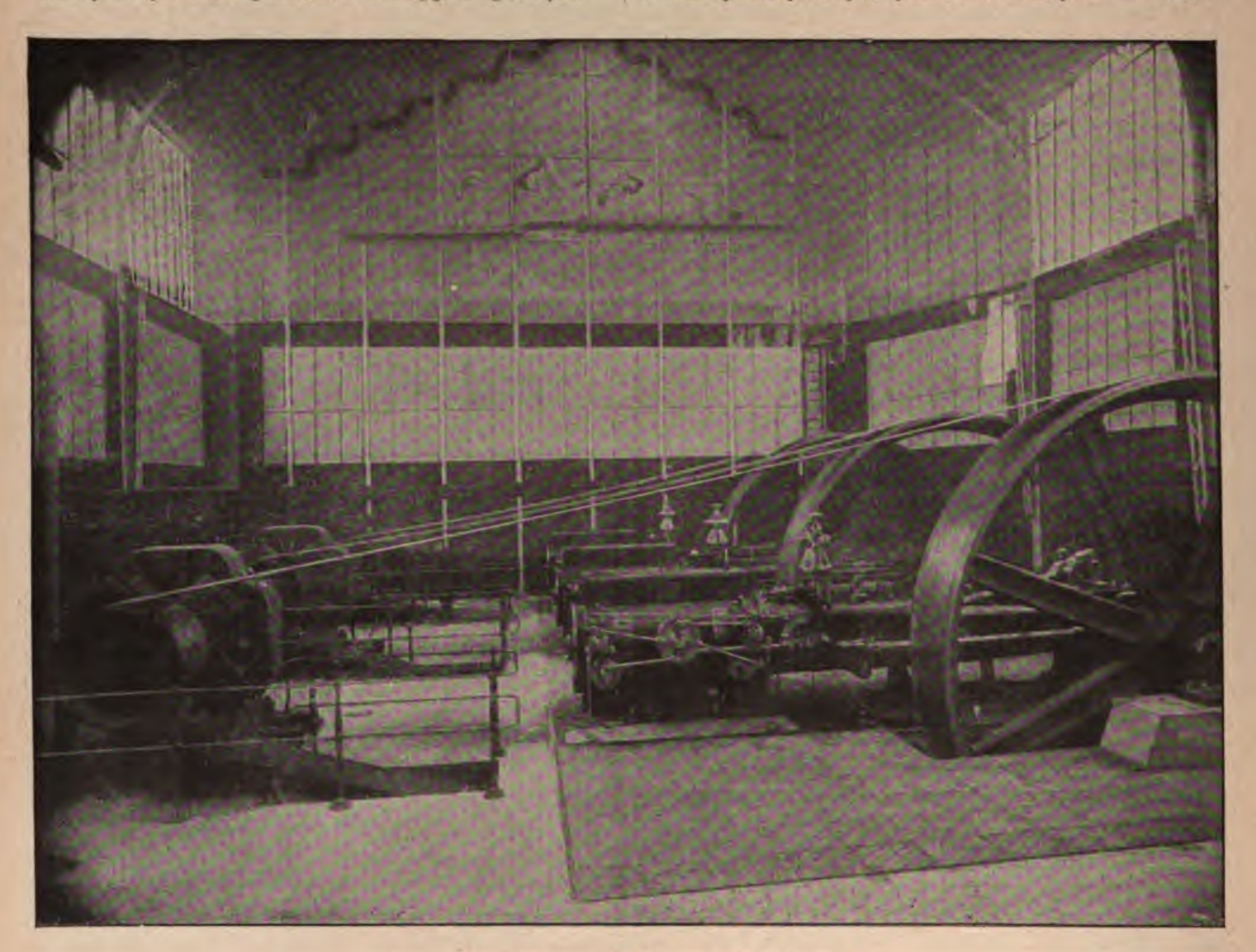


Fig. 5. — Tramways électriques de Rouen. — Salle des machines.

On peut accéder très facilement aux moteurs par des trappes ménagées dans le plancher de la voiture. Pour les visiter, il suffit de faire basculer la partie supérieure de la boîte du moteur autour de sa charnière, et de mettre ainsi l'induit à découvert.

Les moteurs reposent sur les trucks par l'intermédiaire de tampons en caoutchouc; les trucks étant déjà suspendus par rapport aux boîtes à graisse, les moteurs se trouvent avoir, comme les caisses, une double suspension élastique.

Outre l'équipement électrique, les voitures portent, à côté du contrôleur, une manivelle à cliquet commandant quatre freins à sabot. Les déclivités n'étant pas très considérables à Rouen, il n'a pas été nécessaire d'employer d'autres systèmes de freins.

Enfin les voitures portent à l'avant et à l'arrière des feux de position à pétrole et une trompe d'appel.

STATION CENTRALE

L'usine électrique est établie sur la rive gauche de la Seine, rue Lemire, à peu de distance du fleuve. Cette station comporte actuellement trois unités génératrices, indépendantes, composées d'une machine Corliss-Farcot

et d'une dynamo de 200 kilowatts hypocompoundée pour 550 volts à pleine charge et 500 volts à vide, commandée directement par courroie (fig. 5).

Les principales données des dynamos NP-4-200-425 sont :

Puissance normale	200	kw.
Vitesse angulaire	425	t : m.
Poids de la machine sans poulie	9900	kgm.
Longueur maxima	3,56	m.
Largeur maxima	1,8	m.
Hauteur maxima	1,97	m.

Les machines Corliss-Farcot sont à un seul cylindre de 650 mm de diamètre et 1300 de longueur; elles sont munies d'un volant de 7 m de diamètre; leur vitesse angulaire est de 70 tours par minute.

Par suite de l'augmentation du nombre des voitures qui est déjà porté à 60 et qui sera accru avant peu, les dynamos de 200 kilowatts seront prochainement remplacées par d'autres de 300 kilowatts actionnées par les mêmes machines à vapeur.

Les chaudières du type Babcock et Wilcox sont actuellement au nombre de trois; une quatrième est en cours d'installation. Leur surface de chauffe est de 160 m². A la



Fig 6. — Tableau de distribution. — Dynamos et feeders.

suite des chaudières est disposé un économiseur Green. L'eau de condensation est refoulée dans un réfrigérant à jets, système Sée, au moyen d'une pompe mue par un moteur électrique Volta à 500 volts.

La figure 7 montre le dépôt des voitures de la Compagnie des tramways de Rouen, analogue à celui du Havre.

TABLEAU DE DISTRIBUTION

Le tableau de distribution d'un nouveau modèle (fig. 6) se compose de trois panneaux pour les dynamos et de trois autres panneaux distincts pour les feeders.

Les panneaux des génératrices comportent un interrupteur automatique type K, un ampèremètre apériodique Weston, deux interrupteurs principaux à rupture brusque, un petit interrupteur de champ analogue et un rhéostat de champ, dont seul le volant de commande se trouve sur la face antérieure du tableau; enfin, une prise de courant pour relier chaque dynamo à un voltmètre Weston à grand cadran lumineux.

L'interrupteur automatique type K se compose essen-

tiellement d'un solénoïde de forte section actionnant une palette de fer contre-balancée par un ressort réglable et reliée par un système de levier à un déclencheur qui, d'une part, applique fortement un pont formé de lames de cuivre minces contre deux larges barres et, d'autre part, force une lame entre deux mâchoires; ces deux systèmes de contact sont montés en dérivation l'un sur l'autre, mais la combinaison des leviers est telle qu'au moment de la rupture le pont rompt son contact avec la lame forcée entre les deux mâchoires, de sorte que c'est ce dernier contact qui souffre de la rupture, tandis que l'autre reste toujours indemne. La rupture du circuit se



Fig. 7. — Dépôt des tramways.

produit dans le champ d'un puissant électro-aimant qui souffle violemment l'arc. Quand on ferme le circuit en agissant sur une poignée solidaire des leviers, la pièce de mauvais contact s'engage d'abord, puis le pont vient s'appliquer sur les barres et assure une continuité parfaite.

Les panneaux des feeders comportent un interrupteur automatique semblable pour deux feeders, un ampèremètre apériodique Weston pour chaque feeder, un interrupteur rapide à main et un parafoudre. Tous ces appareils sont fixés sur des plaques en ardoise vernie montées sur des cornières en fer.

La mise en service de cette importante installation, commencée en janvier dernier, s'est continuée depuis régulièrement. Le nombre de voitures, qui est actuellement de 50, sera prochainement porté à 60. Pour apprécier les bénéfices de tous genres résultant de la substitution de la traction électrique à la traction animale, disons que les tramways du Havre, dont le réseau est moins développé, a vu, en un an (1894), augmenter les recettes de 180 à 215 fr par voiture-kilomètre et baisser le coefficient d'exploitation de 70 à 59 pour 100. Pour les trois premiers trimestres de 1895, la recette s'élève à 225 fr par voiture-kilomètre et le coefficient d'exploitation à 52 pour 100. Jamais chiffres n'eurent d'éloquence plus significative : ils nous serviront de conclusion. A. Z.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 30 mars 1896.

Action des rayons X sur les corps électrisés. — Note de MM. L. Benoist et D. Hurmuzescu, présentée par M. Lippmann. (*Extrait.*) — Depuis notre première Communication (3 février) sur les rayons X, dans laquelle nous annoncions que ces rayons ont la propriété de décharger complètement les corps électrisés, sans faire apparaître d'électrisation nouvelle, et où nous fondions sur cette propriété une méthode actinométrique applicable à ces radiations, ont été publiés plusieurs Mémoires relatifs aux mêmes phénomènes. Celui de M. J.-J. Thomson formule des conclusions entièrement conformes aux nôtres; les autres, tels que celui de M. A. Righi, celui de MM. Borgmann et Gerchun et celui de M. H. Dufour, tout en étant d'accord en ce qui concerne la décharge des corps électrisés, quel que soit le signe de leur électrisation, signalent une électrisation produite directement

par ces rayons, sans être d'accord, d'ailleurs, sur le signe de cette électrisation, positive d'après M. Righi, négative d'après MM. Borgmann et Gerchun.

En présence de ces divergences, nous avons cru devoir répéter nos premières expériences, en prolongeant très longtemps l'action du tube de Crookes sur les feuilles d'or de l'électroscope; nous avons constamment observé une chute complète, quel que fût le signe de la charge initiale, et l'absence complète de toute nouvelle divergence ultérieure.

Sans donner encore de ces phénomènes une explication complète, en vue de laquelle nous avons préparé diverses expériences, nous croyons devoir présenter dès maintenant les observations suivantes :

1° La théorie de la pulvérisation ne donne pas cette explication, car elle ne paraît pas compatible avec le fait observé par nous, et aussi par M. J.-J. Thompson, que la décharge des métaux électrisés se fait complètement non seulement dans l'air, mais aussi dans un milieu diélectrique solide comme la paraffine.

2° La propriété que posséderaient les diélectriques de devenir conducteurs sous l'action des rayons X, propriété formulée par M. J.-J. Thompson, ne suffit pas pour expliquer toutes les circonstances du phénomène, puisque la nature du métal intervient nettement, jusqu'à une certaine profondeur; nous avons observé de plus que le rapport des temps de décharge trouvés pour deux surfaces métalliques différentes n'a pas été modifié lorsque ces deux surfaces sont entièrement recouvertes d'une couche de paraffine de même épaisseur. Nous nous disposons à répéter cette expérience en changeant la nature du diélectrique enveloppant.

Les résultats que nous venons d'exposer nous paraissent indiquer dans quelle voie doivent être désormais dirigées les recherches pour obtenir des préparations plus sensibles que les plaques au gélatino-bromure d'argent dans la photographie par les rayons X; les sels de platine, étant plus absorbants, seront sans doute plus avantageux; c'est ce que nous nous proposons de vérifier [1].

Sur la réfraction des rayons Röntgen. — Note de M. F. Beaulard, présentée par M. Lippmann. (*Extrait.*) — Les expériences qui ont été entreprises, en vue d'étudier la réfraction des rayons X, ont été effectuées dans l'air à la pression ordinaire et ont donné des résultats négatifs. Déjà, M. Lénard, dans ses recherches sur les rayons cathodiques, n'avaient pu observer de déviation que dans le cas où la pression de l'air ne dépassait pas 33 cm de mercure, et M. Röntgen opérant sur les rayons X n'a pu mettre en évidence aucune réfraction régulière; néanmoins, des prismes en ébonite et en aluminium ont donné une déviation, assez faible du reste pour être douteuse. Or, si l'air se comporte comme un milieu trouble, on conçoit facilement que, dans de telles circonstances, où il n'y a pas, à proprement parler, de direction de propagation, mais une diffusion dans tous les sens, on n'ait pu constater la réfraction des rayons X.

Je me suis proposé d'étudier à nouveau cette question, mais en opérant dans le vide. La disposition expérimentale que j'ai adoptée est la suivante :

Un tube, dans lequel on peut faire le vide, porte à l'une de ses extrémités une bague métallique, dans laquelle on peut introduire une plaque photographique, tandis que l'autre extrémité, évasée en entonnoir, est munie d'une ampoule de Crookes mastiquée à l'arcanson. Deux diaphragmes successifs définissent la marche des rayons X. Au moyen d'une tige, passant à frottement dur dans une boite à étoupes, on peut à volonté introduire ou supprimer un prisme placé à la suite.

J'ai opéré avec un prisme en ébonite; il ne m'a pas été possible de mettre en évidence une déviation nette : cependant il semble que la tache obtenue sur le cliché est légèrement ovale.

Sur la diffraction et la polarisation des rayons de M. Röntgen. — Note de M. G. Sagnac, présentée par M. Lippmann. — I. Pour obtenir, avec un réseau par transmission à intervalles égaux, des images réelles d'une fente lumineuse [1], on placerait ce réseau en avant d'une image réelle fournie par un faisceau convergent. On ne peut le faire avec les rayons de M. Röntgen, qui divergent à l'extérieur du tube de Crookes et pour lesquels on ne possède pas de lentilles. Pour obtenir des images réelles d'une fente, j'ai diaphragmé par une seconde fente, derrière laquelle est placé le réseau, l'entrée d'une grande chambre noire. (Suit le détail des expériences.)

Cela suffit pour conclure : *Les rayons de Röntgen qui ont impressionné la plaque sensible à travers le volet de bois du châssis ne possèdent pas de longueurs d'onde supérieures à 4 centièmes de micron* [2].

II. Les rayons de M. Röntgen sont-ils liés à un vecteur soit longitudinal, soit transversal, et, dans ce dernier cas, comment les polariser?

On ne peut songer actuellement à les polariser par réflexion, ni par réfraction, ni sans doute par diffraction. L'émission et la diffusion seraient peut-être à essayer. Il est, en tout cas, plus simple de tenter de les polariser *par absorption*. (Suit le détail des expériences.)

On ne saurait tirer de ces expériences négatives de dichroïsme un argument de grande valeur en faveur de l'hypothèse d'un vecteur longitudinal. Elles ajoutent seulement une distinction particulière de plus entre les

[1] Laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne.

[1] On pourrait utiliser les images réelles des réseaux à intervalles variables.

[2] Les premiers clichés obtenus à 80 cm ou à 90 cm du réseau donneraient 1 ou 2 centièmes de micron pour cette limite supérieure si leur défaut d'intensité n'empêchait d'en tirer une conclusion bien sûre. Dans le premier essai, la première fente était assez fine pour donner des franges de diffraction avec la seconde en lumière ordinaire (aussi bien dans les spectres diffractés que dans l'image directe). Avec les rayons de M. Röntgen, ces franges de diffraction ont disparu, comme cela avait déjà été observé par M. J. Perrin dans le cas de deux fentes seulement, distantes de 5 cm avec une plaque à 10 cm au delà (*Comptes rendus* du 27 janvier 1896, p. 187 de ce volume).

rayons X et les rayons lumineux que nous connaissons ([1]).

Photographies stéréoscopiques obtenues avec les rayons X. — Note de MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans, présentée par M. d'Arsonval. (*Extrait.*) — Il peut être quelquefois utile, en vue d'une intervention chirurgicale possible, d'obtenir des photographies stéréoscopiques qui permettraient de juger la position et la direction d'un corps étranger, un fragment d'aiguille par exemple, situé au sein des tissus. Nous avons obtenu de semblables photographies par le dispositif suivant :

La partie du corps à photographier, la main par exemple, est disposée sur une lame métallique percée en son milieu d'une assez large ouverture, en face de laquelle doit se trouver la région qui contient le corps étranger. La lame est d'ailleurs inclinée par rapport à la normale menée, par le centre du diaphragme, à la surface utilisée du tube de Crookes, et l'on dispose au-dessous d'elle la plaque sensible dont la seule partie qui puisse dès lors être influencée est celle qui se trouve au-dessous de l'ouverture de la lame métallique. Après un temps de pose suffisant, on fait glisser la plaque sensible de manière que sa partie impressionnée se trouve maintenant au-dessous de l'ouverture de la plaque métallique; on incline cette lame et la plaque sensible du même angle que précédemment, mais en sens inverse, et l'on actionne de nouveau le tube pendant le même temps. Les deux épreuves obtenues ainsi, placées à une distance convenable l'une de l'autre dans un stéréoscope, donnent très nettement la sensation du relief ou de la direction du corps étranger.

C'est par ce procédé qu'ont été obtenues les épreuves stéréoscopiques jointes à cette Note.

Détermination à l'aide des rayons X de la profondeur où siège un corps étranger dans les tissus. — Note de MM. Abel Buguet et Albert Gascard, présentée par M. H. Moissan.

Lorsqu'on applique les rayons X à la recherche de corps étrangers dans les tissus, il est intéressant de connaître la profondeur où ils siègent. A côté des méthodes de projection dans des plans différents, souvent inapplicables, nous avons employé la suivante.

Une première expérience nous avait indiqué l'existence d'une aiguille à l'intérieur d'une main. Nous avons alors dirigé sur la main les rayons X de deux sources, empruntées à deux tubes différents, ou à un seul portant un diaphragme percé de deux trous. La droite qui joignait les deux sources était dans le plan passant par l'extrémité de l'aiguille et perpendiculaire à la plaque photographique sur laquelle la main était posée. On mesurait la distance des sources et leur distance commune à la plaque.

Après impression, le développement donne deux pénombres de l'aiguille. On mesure la distance des pénombres fournies par l'extrémité de l'aiguille. Un calcul simple donne la distance de cette extrémité à la plaque, et par conséquent sa profondeur sous l'épiderme.

On obtiendrait de même la profondeur de l'autre extrémité de l'aiguille.

Une seule opération suffira souvent, et en particulier si l'on a affaire à un corps étranger de petites dimensions.

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne, en février et mars.

J'avais déjà réalisé quelques-unes de ces expériences, quand M. J.-J. Thomson a publié, dans le numéro du 27 février du journal *The Nature*, dont je viens d'avoir connaissance, la même expérience négative dans le cas de la tourmaline.

Expériences relatives à l'action des rayons X sur un Phycomyces. — Note de M. L. Errera, présentée par M. Ph. van Tieghem. — La Mucoracée *Phycomyces nitens* se courbe, comme on sait, quand elle subit l'influence asymétrique de beaucoup d'agents extérieurs, parmi lesquels il faut ranger, d'après Hegler, les ondes électriques de Hertz. On pouvait donc se demander si elle présenterait une courbure en étant exposée, par l'une de ses faces, aux rayons X de Lenard et de Röntgen.

Les expériences que j'ai faites pour élucider cette question, au laboratoire de Physique et à l'Institut Solvay (Université de Bruxelles), ont donné un résultat négatif : je n'ai pu constater aucune sensibilité du *Phycomyces* vis-à-vis de ces radiations.

Sur les rayons Röntgen. — Note de M. Charles Henry ([1]). — Il me semble possible, à l'heure actuelle, de coordonner les résultats acquis sur les rayons X et de les rattacher dans leurs grandes lignes, au moins par des relations qualitatives, à des faits connus.

Il est presque certain que les rayons X sont des rayons ultra-ultra-violets, c'est-à-dire à vibrations transversales. Ils ne présentent pas, il est vrai, d'interférences : mais c'est ce qui doit avoir lieu, d'après la théorie de Fresnel perfectionnée par Kirchhoff, pour les longueurs d'onde tendant vers zéro. Ils ne se réfractent pas; mais Wüllner a proposé une formule de la dispersion exprimant l'indice de la réfraction n en fonction de la longueur d'onde, d'où il ressort que $n = 1$ pour $\lambda = 0$; il se produit pour les petites longueurs d'onde une régression des réfrangibilités ([2]); comme il n'y a pas réfraction, il ne peut y avoir double réfraction, ni polarisation pour ces rayons. Ils illuminent les corps phosphorescents: or, d'après la loi de Stokes, ces corps ne peuvent s'illuminer qu'en absorbant des radiations de nombre de vibrations plus grands que celles qu'ils émettent; donc les rayons X doivent être ultra-violets. Ils déchargent, comme ceux-ci, les corps électrisés. A ce propos il convient d'observer que les théories de Maxwell sont impuissantes à expliquer aussi bien la décharge par les rayons X que la décharge par les rayons ultra-violets.

Les rayons cathodiques ne sont vraisemblablement pas autre chose que des rayons Röntgen compliqués de convection de matière (courant unique de l'anode à la cathode ou double courant de deux matières résultant de la décomposition électrolytique du milieu, peu importe). On sait qu'une telle convection produit les mêmes effets électromagnétiques qu'un courant constant; or, un circuit, traversé par un courant constant et placé à proximité du pôle d'un aimant, est sollicité par une force perpendiculaire au plan du circuit et du pôle; donc l'aimant déviera ce qui, dans le rayon cathodique, est assimilable à un courant constant; il ne déviera pas le

([1]) Cette communication était parvenue à l'Académie lundi dernier 23 mars, trop tard pour être insérée aux *Comptes rendus*.

([2]) M. Raveau a présenté le 7 février à la Société de physique des considérations de cet ordre, fondées sur la dispersion anomale.

rayon Röntgen, lieu géométrique de vibrations transversales qui ont tous les caractères de courants alternatifs.

Cette conception explique bien une expérience de MM. Gossart et Chevalier : l'arrêt des ailettes du radiomètre sous l'influence des radiations de l'ampoule de Crookes et leur décalage sous l'influence de l'aimant. Le radiomètre, d'ordinaire, ne subit l'action, ni des aimants, ni des courants ([1]); on admet généralement que le mouvement des ailettes est dû à une inégalité de pression des particules matérielles frappant les deux faces opposées. Si le radiomètre est frappé par des rayons cathodiques qui se transmettent à travers le verre de l'ampoule, soit directement, soit en rendant fluorescente cette enveloppe, il y a convection de matière; cette convection peut neutraliser la convection causée par une source chaude : d'où arrêt des ailettes. Si alors on introduit un aimant dans le champ, les rayons cathodiques sont déviés; ils ne frappent plus les ailettes aux mêmes points et l'équilibre ne pourra se rétablir que pour une nouvelle position des ailettes.

D'après ces considérations, les rayons X redeviennent en partie cathodiques en repassant de l'air dans le milieu raréfié de l'ampoule ([2]); réciproquement, en passant par des milieux trop denses, les rayons cathodiques se transforment en rayons X, à la manière des bolides qui, arrêtés par l'atmosphère, deviennent lumineux. Il y a donc, avec la distance parcourue, accroissement de la proportion des rayons X dans la radiation; on s'explique très bien ainsi la contradiction apportée par ces rayons à la loi logique de l'absorption, qui doit croître en progression géométrique, l'épaisseur croissant en progression arithmétique; il se peut encore que, le coefficient d'absorption étant très petit, on puisse, en développant l'exponentielle suivant les puissances de l'épaisseur, négliger, pour une épaisseur encore grande, toutes les puissances supérieures à la première.

Cela posé, sans entrer dans la critique d'expériences récentes poursuivies en vue de prouver l'émission des rayons X par le soleil, on peut admettre que toutes les sources de lumière suffisamment intenses émettent de ces rayons, mais très peu comparativement à l'ampoule de Crookes. Il est probable que les insuccès photographiques, rencontrés parfois avec les corps phosphorescents insolés, tiennent à l'absorption que les rayons X, comme les rayons ultra-violets, subissent de la part de l'atmosphère, absorption sensiblement proportionnelle, pour les premiers, à la densité des couches traversées et à l'épaisseur de chaque couche ([3]). Les corps phosphorescents jouent, à l'égard des rayons X émis par le soleil, le même rôle que le noir de fumée à l'égard des radiations calorifiques obscures; ils les condensent, puis, en vertu de la loi de Stokes, les transforment en radiations d'un moindre nombre de vibrations. Ces vibrations, qui traversent également les corps opaques, comme je l'ai démontré le premier (expériences de M. Henri Becquerel), ce qui doit être, puisqu'elles s'éloignent sensiblement de $\lambda = 0$.

Tout le monde savait qu'on peut faire produire à un corps des radiations de très courte longueur d'onde soit en le chauffant vivement, soit en dépensant sur lui, à la température ordinaire, beaucoup de travail (choc de deux corps froids produisant une étincelle), soit, dans le cas d'un corps phosphorescent, en exposant ce corps à une source riche de radiations complexes. En exposant à des oscillations électriques des corps fluorescents (les gaz raréfiés, le verre de l'ampoule, la gélatine de la plaque photographique), M. Röntgen a montré qu'on leur fait émettre des radiations photographiques douées de propriétés singulières qui semblent parfaitement convenir à des ondulations de période extrêmement courte. Ce fait nous force simplement à élargir, en vue du calcul, les cadres théoriques et apporte une donnée de plus au problème de la phosphorescence.

Séance du 7 avril 1896.

Observations sur les rayons X. — Note de Silvanus-P. Thompson, présentée par M. Mascart. — La recherche des conditions sous lesquelles se produisent les rayons X, dans les tubes de Crookes, est beaucoup facilitée par l'emploi des écrans fluorescents. Dans ce but, j'ai essayé plusieurs espèces d'écrans : le meilleur d'entre eux est un écran de carton noir, légèrement recouvert de platino-cyanure de potassium à l'état de poudre très fine. J'ai essayé, entre autres substances, les sulfures de calcium, de strontium et de zinc, la blende hexagonale, le fluorure de calcium, le tungstate de calcium, et plusieurs platino-cyanures. Le platino-cyanure de potassium est au moins 12 fois plus lumineux que celui de baryum employé par Röntgen. La lumière qu'il émet est d'une teinte bleuâtre, dont le spectre, selon M. Jackson, qui l'a recommandé pour la cryptoscopie, est simplement le spectre du métal potassium.

Avec un tel écran de 18 cm de diamètre, et un bon tube de Crookes, j'ai réussi à faire voir l'ombre des os de la main, l'espace entre les os du bras, et le contenu d'une bourse, à une vingtaine de personnes à la fois.

En examinant avec cet écran un tube de Crookes pendant l'opération d'évacuation par la trompe de Sprengel (modifiée d'après les idées de M. Crookes ([1])), j'ai pu constater plusieurs faits importants.

Les tubes que j'ai employés dernièrement sont des ampoules en forme de poire, avec une cathode en cuvette, tantôt intérieure, tantôt extérieure, pour concentrer les

---

([1]) *Comptes rendus*, 10 février, p. 316. Mais je dois noter que M. J. Rydberg énonce la proposition contraire (*Comptes rendus*, 23 mars, p. 715).

([2]) M. Lagrange n'a constaté aucune déviation des rayons X par un champ magnétique quand ils traversent le vide de Crookes; mais on sait que la déviation des rayons cathodiques ne s'observe nettement que dans l'air raréfié.

([3]) Battelli et Garbasso.

([1]) *Proceedings of the Physical Society of London*, 1874-1875.

rayons cathodiques sur une pièce centrale qui sert comme origine des rayons X.

Cette pièce que j'ai appelée *anticathode* [1] peut, du reste, être employée comme anode. Dans la plupart de mes tubes, l'anticathode est une lame assez forte de platine nu; mais j'ai employé avec succès des lames recouvertes de verre ou d'un émail phosphorescent, composé de sulfure de calcium et d'émail transparent ordinaire. Il est convenable de fixer l'anticathode dans une position faisant un angle de 30 à 40 degrés avec l'axe de l'appareil. Avec un tel tube, quarante secondes suffisent pour une photographie de la main, et vingt secondes pour celle des monnaies dans une bourse. Je me sers toujours de la bobine Ruhmkorff. La bobine de Tesla échauffe les tubes sans augmenter l'effet utile, et elle gâte les ombres et les images photographiques, à cause de l'existence des deux lieux cathodiques.

Pour avoir un tube capable de produire les rayons X dans de bonnes conditions, il ne suffit pas de faire un vide au degré qui convient pour les phénomènes de Crookes (ombres cathodiques, phosphorescence des parois, etc.). Quand paraissent les premières lueurs phosphorescentes, sur le verre de l'ampoule, le vide est bien loin d'être parfait, et la résistance électrique apparente est assez faible. Pendant l'évacuation, on peut juger de la marche de la résistance par la longueur des étincelles que l'on peut tirer entre les pointes d'un excitateur, mis en parallèle avec l'ampoule dans le circuit secondaire de la bobine d'induction. On peut obtenir les phénomènes de Crookes quand la résistance du tube est si faible que l'étincelle extérieure ne passe pas avec un écartement de 2 mm. Dans ces conditions, un écran fluorescent ne montre pas la moindre trace de rayons X, quoiqu'une plaque photographique sensible puisse donner une impression si elle est exposée assez longtemps. Mais, en continuant l'évacuation, il arrive subitement un accroissement de résistance tel, qu'il faut écarter à une distance de plusieurs centimètres les pointes extérieures. C'est à ce moment juste où la résistance électrique augmente qu'éclatent les rayons X. Si le tube n'a jamais été vidé auparavant, la transition de l'état de faible résistance à celui d'une résistance plus grande ne se produit pas aussi subitement; mais si le tube a déjà été amené dans le second état, et qu'on admette un peu d'air pour l'évacuer plusieurs fois afin d'éliminer les gaz absorbés par les parois et par les électrodes, alors la transition est absolument subite.

En examinant le tube avec l'écran fluorescent pendant la transition, on voit d'abord que, au moment même où la résistance augmente, il se développe une lueur dans toute l'ampoule, excepté dans le plan occupé par l'anticathode; car il se produit à travers l'écran une ligne noire très nette, correspondante à ce plan, entre deux régions éclairées, l'une devant l'anticathode, l'autre derrière celle-ci. Les deux parties ont une luminosité à peu près égale; mais, si la trompe de Sprengel travaille toujours, en deux ou trois secondes le phénomène change. La région située derrière l'anticathode devient plus foncée, celle qui est en avant devient plus éclairée; et l'on finit par observer sur l'écran une région noire et une région lumineuse, dont la limite oblique correspond à la position du plan de l'anticathode. Le tube est alors dans la meilleure condition pour produire les effets de Röntgen, soit par voie photographique, soit par emploi de l'écran cryptoscopique.

Si le vide est poussé plus loin, la résistance augmente encore, de sorte que le tube devient à peu près non conducteur; il peut néanmoins fonctionner encore (à moins qu'il ne soit percé par une étincelle) si l'on augmente suffisamment la force électromotrice de la bobine.

Au moyen de l'écran fluorescent, on peut s'assurer aussi de la non-homogénéité des rayons X. Pour une raréfaction modérée, les rayons X ne pénètrent pas la chair à l'exclusion des os aussi librement que les rayons qui sont émis quand le vide est poussé plus loin. D'autre part, quand le vide est exagéré, les rayons X pénètrent non seulement la chair, mais aussi les os. Il y a donc une certaine condition de vide pour laquelle la différence entre la transparence de la chair et celle des os est maxima.

[1] Voir *Nature*, 13 mars 1896.

Sur les rayons de Röntgen électrisés. — Note de M. A. Lafay. — Note purement théorique. Voir aux *Comptes rendus*. Nous en reproduirons cependant la conclusion, qui présente un intérêt pratique.

Je terminerai cette Note par l'indication d'un fait d'ordre tout différent, mais qui présente cependant quelque intérêt. On a remarqué que le degré du vide allait en augmentant dans certains tubes de Crookes et que ceux-ci ne tardent pas à ne plus fonctionner; cet accident est arrivé à mon tube, il y a environ un mois; j'ai alors eu l'idée de le mettre pendant quelque temps dans une étuve à 200 degrés, ce qui lui a rendu ses propriétés premières. Depuis, j'ai continué à m'en servir, en le réchauffant lorsqu'il commence à présenter des signes d'affaiblissement. Cette observation, d'ordre pratique, corrobore parfaitement la Communication récente de M. Gouy, relativement à l'occlusion des gaz par le verre des tubes de Crookes.

Une condition de maximum de puissance des tubes de Crookes. — Note de MM. James Chappuis et E. Nugues. — La puissance d'un tube de Crookes actionné par une bobine de Ruhmkorff à interrupteur Foucault n'augmente pas, pour une même intensité du courant mesuré dans l'inducteur fermé, en même temps que le nombre des interruptions.

Nous avons mesuré cette puissance à l'électromètre de M. Hurmuzescu, placé à diverses distances, et fait varier de 5 à 50 le nombre des interruptions, par le déplacement d'un poids additionnel sur le trembleur. Les nombres suivants montrent que, pour la bobine en expérience, il existe un maximum dans le voisinage de 10 interruptions.

Nombre d'interruptions.	Temps de chute.	
3	27	47
6	23	»
10	20	24
25	30	34
50	37	42

Les expériences récentes sur l'émission des rayons ayant un pouvoir photographique par les substances fluorescentes nous avaient conduits à penser que la fluorescence visible du verre au passage de la décharge pouvait être suivie d'une sorte de *fluorescence invisible*, prolongeant l'action photographique. Nous avons fait, pour vérifier cette hypothèse, l'expérience suivante :

Sur la tige du trembleur, nous avons fixé une lame de cuivre épaisse, dans laquelle était pratiquée une fente d'environ 1 mm de large sur 12 mm de haut; une plaque sensible était placée en arrière et parallèlement à 1 mm de distance, la source munie d'un diaphragme de 8 mm sur l'autre face de la lame métallique à 16 cm.

Quand le trembleur Foucault est mis en marche, la tige entraîne, dans son mouvement d'oscillation, la fente sur une course de 4 cm, et, à chaque oscillation double, une fluorescence est produite. Nous avons fait varier la vitesse du trembleur de 3 à 20 interruptions à la seconde et le temps de pose de une à trente minutes.

Si la fluorescence utile est instantanée, comme la décharge qui la provoque, on doit obtenir l'image nette de la fente; si, au contraire, elle dure un certain temps, on doit obtenir une bande donnant, en chaque point, une indication sur la puissance photographique du tube à un instant correspondant.

Dans tous les cas, nous avons obtenu une image nette de la fente et de la lame mobile; il aurait donc suffi, pour se convaincre de l'inexactitude de notre hypothèse, de photographier la tige du trembleur en mouvement; elle donne, en effet, sur nos clichés, une ombre à bords très nets.

Nous déposons un cliché obtenu par 36 000 passages de la fente.

La puissance du tube est donc *instantanée, comme la décharge qui provoque la fluorescence.*

Il semble résulter de cette expérience que la puissance du tube devrait être proportionnelle au nombre des décharges; mais, d'autre part, la longueur des étincelles, qui jaillissent entre les deux boules d'un excitateur, tombe de 21 cm à 5 cm quand le nombre des interruptions varie de 3 à 50.

Il y a donc là deux phénomènes qui varient en sens inverse et dont il faut tenir compte pour la production du maximum de puissance du tube.

Ce maximum dépend de la self-induction de l'enroulement induit et les conditions nécessaires à sa production changent, pour un même courant mesuré dans l'inducteur fermé, avec la bobine employée. L'expérience seule permet donc de le déterminer.

Séance du 13 avril 1896.

Sur les produits de combustion d'un bec à acétylène. — Mélanges explosifs d'acétylène et d'air. — Note de M. N. Gréhant [1]. — I. Pour obtenir les produits de combustion de l'acétylène, j'ai placé au-dessus d'un bec Manchester, donnant une flamme très éclairante, un cylindre métallique vertical, uni à un réfrigérant à eau froide et au gazomètre du Dr de Saint-Martin; tous les produits de combustion furent entraînés avec de l'air dans le gazomètre qui fonctionnait comme aspirateur et 80 litres de mélange gazeux ont été recueillis en deux minutes.

L'analyse des gaz a été faite par l'eau de baryte, elle a donné 33,7 cm³ d'acide carbonique dans 1700 cm³ de gaz ou 1468 cm³ en deux minutes.

Deux analyses eudiométriques faites sur l'eau ont donné, pour l'oxygène : 18,59 et 18,57, nombres identiques; le volume d'oxygène consommé a été trouvé égal à 1786 cm³.

Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est égal à 0,82. Or, on sait qu'un volume d'acétylène consomme 2,5 volumes d'oxygène et donne 2 volumes d'acide carbonique; le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est égal à 0,8.

Les nombres que j'ai trouvés indiquent donc le caractère eudiométrique de l'acétylène.

Ces résultats devaient me faire penser que la combustion de l'acétylène est complète et n'engendre pas de gaz combustible renfermant du carbone; cependant, j'ai cherché s'il y avait dans les produits de combustion une trace de gaz combustible.

Dans une ampoule de verre contenant une spirale de platine maintenue au rouge par une batterie d'accumulateurs, que j'emploie comme grisoumètre continu, j'ai fait passer pendant deux heures 1300 cm³ du gaz recueilli et je n'ai obtenu, dans un tube à baryte placé après l'ampoule, qu'un anneau à peine visible de carbonate de baryte, indiquant une si faible trace d'acide carbonique qu'il était impossible de le doser.

Dans une autre expérience, j'ai employé mon procédé physiologique de recherche, dans le sang, d'un gaz combustible contenant du carbone.

Un sac de caoutchouc rempli d'acétylène, soumis à une pression de 4 cm³ d'eau, alimentait un bec Manchester qui brûlait au-dessous d'un cône métallique uni par un réfrigérant à deux soupapes métalliques; un chien pourvu d'une muselière a respiré les produits de combustion pendant une demi-heure.

42 cm³ de sang artériel normal ont donné au grisoumètre une réduction égale à 3,7 divisions, tandis que 42 cm³ de sang pris à la fin de l'expérience ont donné une réduction de 3,8 qui est identique à la première.

Je conclus que les produits de combustion d'un bec Manchester à acétylène *ne renferment pas la moindre trace de gaz combustible contenant du carbone.*

II. M. Le Chatelier, dans une Note qu'il a présentée à l'Académie des sciences dans la séance du 30 décembre 1895, a fait connaître les réactions de combustion de l'acétylène et les limites d'inflammabilité de ce gaz. En répétant des expériences analogues à celles de M. Le Chatelier, j'ai fait composer, dans des tubes à essai, des mélanges d'un volume d'acétylène et de proportions croissantes d'air comprises entre 1 et 25 volumes; tous ces mélanges ont été enflammés par un fil de platine porté au rouge et celui qui a produit la plus forte détonation est le mélange d'un volume d'acétylène et de 9 volumes d'air.

[1] Travail du laboratoire de physiologie générale du Muséum d'histoire naturelle.

J'ai choisi un tube de verre à parois minces, ayant 0,5 mm d'épaisseur, 26 cm de long et 2,4 cm de diamètre, dans lequel j'ai introduit 8 cm^3 d'acétylène pur et 80 cm^3 d'air, volumes dont le rapport est $\frac{1}{9}$; le tube à essai, fermé par un excitateur à fil de platine et fixé dans un support spécial, a été immergé dans un bocal de verre plein d'eau recouvert d'une planche et d'un poids de 10 kg; le passage du courant a déterminé une explosion des plus violentes, qui a brisé le tube et soulevé la planche et le poids.

On doit donc, quand on veut faire usage de l'acétylène, éviter avec le plus grand soin les mélanges détonants qu'il donne avec l'air et qui pourraient occasionner des accidents désastreux.

Vérification de la loi de Kerr. — Mesures absolues [1]. — Note de M. Jules Lemoine, présentée par M. Mascart. (*Extrait.*) — Je me suis proposé de vérifier que la biréfringence acquise par le sulfure de carbone électrisé était, comme Kerr l'a énoncé [2], proportionnelle au carré de la force électrique. J'ai pu obtenir une précision supérieure à celle des expériences de Kerr ou de Quincke [3] et déterminer la valeur absolue de la constante de Kerr. Cette constante représente le retard, exprimé en longueurs d'onde, d'une vibration lumineuse polarisée dans un plan normal à la force électrique, l'intensité de cette force étant égale à l'unité électrostatique et l'épaisseur traversée par le rayon lumineux dans une direction perpendiculaire égale à 1 cm. (Suit le détail des mesures.)

Il ressort de ces mesures que les écarts entre la loi exacte de biréfringence et la loi de Kerr ne peuvent dépasser 1 pour 100.

Calcul de la constante de Kerr. — Si l'on désigne par K la constante de Kerr, par F la force électrique et par dx l'élément de la longueur mesuré suivant le rayon lumineux, le retard optique a pour expression

$$K\int_{-\infty}^{+\infty} F^2 dx.$$

Sur les rayons de Röntgen électrisés. — Note de M. A. Lafay, présentée par M. A. Cornu. — Note purement théorique pour laquelle nous renvoyons nos lecteurs aux Comptes rendus.

L'action des rayons Röntgen sur les couches électriques doubles et triples. — Note de M. N. Piltschikoff, présentée par M. Lippmann. — Note non moins théorique que la précédente. Voir aux Comptes rendus.

Sur l'action mécanique émanant des tubes de Crookes. — Note de MM. A. Fontana et A. Umani, présentée par M. A. Cornu. — Note de revendication. Voir aux Comptes rendus.

[1] Travail fait au laboratoire de physique de l'École normale supérieure.
[2] Kerr, *Phil. Magazine*, 1880, p. 157.
[3] Quincke, *Annalen der Ph. und Ch.*, 1883, p. 775.

Application de la photographie par les rayons Röntgen aux recherches analytiques des matières végétales — Note de M. Fernand Ranwez. — La photographie par les rayons X peut rendre des services précieux dans les recherches analytiques et spécialement dans l'analyse des denrées alimentaires végétales, où elle mettra en évidence certaines des falsifications les plus fréquentes, celles qui se font par l'addition de matières minérales.

Cette méthode offre des avantages multiples : elle n'exige que de faibles quantités des substances; elle laisse complètement intacts les échantillons; elle permet d'effectuer en très peu de temps un grand nombre d'essais (un quart d'heure environ pour une série d'échantillons). Enfin le cliché obtenu constitue un document stable, une pièce à conviction très démonstrative, de lecture facile, même pour des personnes étrangères à toute opération analytique.

Les essais que j'ai faits ont porté sur trois échantillons de safrans falsifiés, prélevés dans le commerce. Ces produits étaient formés par des mélanges, en proportions différentes, de safran pur et de safran enrobé de sulfate de baryum. Les filaments de ce dernier se trouvaient donc entourés d'une véritable carapace de matière minérale. L'adultération était, d'ailleurs, très habilement dissimulée et ne pouvait être soupçonnée à simple inspection des marchandises.

J'ai disposé, sur une même plaque sensible entourée de papier noir, des quantités à peu près égales des trois échantillons adultérés (le n° II contient 62,15 pour 100 de matières minérales; le n° III, 28,69 pour 100; le n° IV, 22,21 pour 100), et, à côté d'eux, une prise de safran pur. Le tout a été soumis, pendant trois minutes, à l'influence des rayons émanant d'un tube de Crookes.

Le safran pur s'est laissé traverser par les rayons X et n'a produit, sur le cliché, que des ombres très peu visibles, n'impressionnant pour ainsi dire pas le papier des épreuves positives. Les trois échantillons falsifiés ont imprimé fortement la plaque sensible, marquant très nettement les fils enrobés de sulfate de baryum, tandis que les stigmates du produit pur, qui s'y trouvait mélangé, n'apparaissaient que sous forme d'ombres peu sensibles, analogues à celles du premier produit.

Les épreuves photographiques qui accompagnent cette Note montrent la netteté des résultats obtenus, et font prévoir les services que rendra cette méthode dans ses applications futures [1].

Nous avons reproduit consciencieusement jusqu'ici en entier, en extrait ou en titre toutes les communications relatives aux rayons X. Mais comme la prolixité de ces communications menace de s'éterniser, nos lecteurs nous permettront de ne les signaler, à l'avenir, qu'avec une discrétion que les auteurs pourraient imiter sans inconvénient. *N. D. L. R.*

[1] Ces photographies ont été exécutées avec le précieux concours du R. P. Thirion, de Louvain, qui a mis obligeamment à ma disposition ses appareils et son laboratoire.

REVUE DE LA PRESSE

Sur la répartition la plus favorable des transformateurs, par M. le D[r] R. Haass [1]. — Lorsque les réseaux d'éclairage ont une certaine étendue, et qu'il n'est pas possible de placer un grand nombre de lampes en série, on a généralement recours aux courants alternatifs que l'on distribue au moyen de transformateurs, ce qui permet la mise en parallèle des appareils d'éclairage. Dans les installations ayant pour but l'éclairage de rues d'une certaine longueur, des canaux, des grandes places, de même que dans celles que l'on projette en temps de fête pour les illuminations, la densité des lampes, c'est-à-dire le nombre de lampes par mètre courant est généralement constant. En projetant ces installations l'ingénieur doit se demander de quelle façon il doit répartir ses transformateurs, pour que les frais d'installation soient les plus petits possibles.

Il est clair que si les transformateurs sont très distants les uns des autres, les sections des canalisations secondaires deviennent très fortes pour une perte de charge donnée. Mais puisqu'il y aura alors entre chaque appareil un grand nombre de lampes, on pourra n'employer que peu de transformateurs de grande puissance, et le nombre des stations où ils seront placés est aussi diminué, ce qui réduit le coût de l'installation.

Si, par contre, ils sont très rapprochés les uns des autres, ils seront de petite puissance et très nombreux, et exigeront un capital plus élevé, mais d'un autre côté la section du réseau secondaire, c'est-à-dire son prix, diminue sensiblement.

On voit donc qu'il y aura nécessairement un écartement favorable pour lequel les frais de premier établissement deviennent minima.

Nous allons nous occuper de la détermination de cet écartement favorable.

Nous supposerons tout d'abord que cette répartition n'influe pas sur le prix du réseau à haute tension, c'est une hypothèse que nous pouvons faire sans nous écarter par trop de la vérité et tout en restant dans des limites d'exactitude pratiquement admissibles.

Nous supposerons, en outre, que les conducteurs sont en cuivre nu, nous réservant de revenir plus tard au cas où les conducteurs sont isolés.

Pour être aussi clair que possible, nous allons prendre un exemple et admettre que :

$N = 500$ représente le nombre total des lampes;

$L = 10$ km la distance à éclairer; on aura immédiatement

$$\frac{N}{L} = p = \frac{500}{10\,000} = 0{,}05 \qquad (1)$$

[1] *Elektrotechnische Zeitschrift*, n° 9, 1896.

où p désigne la densité des foyers en lampes par mètre courant.

Dans la figure 1, l représente l'écartement entre les

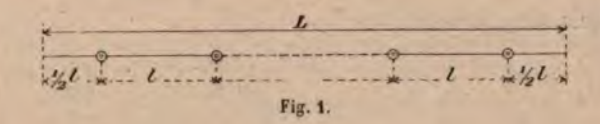


Fig. 1.

transformateurs. On aura donc entre chacun de ces appareils

$$lp = 0{,}05\ l \text{ lampe.} \qquad (2)$$

La longueur totale L sera donc divisée en n parties égales, ayant chacune l mètres, les deux extrémités comptant naturellement comme division unique.

On arrive donc à l'équation

$$nl = L. \qquad (3)$$

Du prix des conducteurs secondaires. — Le cuivre étiré, de haute conductibilité, tel qu'on l'emploie pour les lignes électriques, a une densité 9 fois supérieure à celle de l'eau; un bout ayant l mètres de longueur et s cm² de section pèsera

$$\frac{100 \times l \times s \times 9}{1000} \text{ kg.}$$

En comptant que le kg de cuivre revient à $a = 1{,}85$ fr, cette longueur l coûtera :

$$\frac{l \times s \times 9}{10} \cdot a = \frac{l \cdot s \times 9}{10} \cdot 1{,}85 \text{ fr}$$

mais puisque les conducteurs sont doubles, la ligne secondaire entre deux transformateurs vaudra

$$K_1 = \frac{2 \cdot l \cdot s \times 9}{10} \times a = 3{,}33 \times l \times s. \quad (4)$$

La section s se calcule approximativement par la loi d'Ohm, en supposant que la totalité du courant suit le chemin moyen qui est à partir du transformateur égal à $2 \times \frac{l}{4}$ mètres. On aura donc

$$s = \frac{100\,l \times 1{,}65 \times 10^{-6}}{6} \cdot J \qquad (5)$$

en admettant une chute de tension de 3 volts pour une tension utile de 110 volts, J désignant le courant. Si nos lampes prennent chacune 0,5 ampère, le transformateur débitera d'après l'équation (2) :

$$J = p \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{1}{2} = p \cdot \frac{l}{4} = \frac{0{,}05}{4} \cdot l = 0{,}0125\,l \text{ ampère.} \quad (6)$$

En transportant cette expression dans l'équation (5), il vient pour la section

$$s = \frac{100 \times l \times 1{,}65 \times 10^{-6} \times 0{,}0125\,l}{3 \times 2} = 3{,}44 \times l^2 \times 10^{-7}. \quad (7)$$

Le prix de la conduite de longueur l s'exprime en se servant de l'équation (4) par

$$K_l = 3,33 \times l \times s,$$

mais, d'après l'équation (7),

$$K_l = 3,33 \times 3,44 \times 10^{-7} \times l^3 \text{ fr},$$
$$K_l = 11,43 \times 10^{-7} \times l^3 \text{ fr}. \quad (8)$$

Le prix pour les n parties du réseau sera donc

$$K_L = 11,43 \times 10^{-7} \times l^3 . n$$

et puisque, d'après la formule (3),

$$n . l . = L = 10\,000 \text{ mètres},$$

il s'ensuit que :

$$K_L = 11,43 \times 10^{-7} \times L \times l^2 = 11,43 \times l^2 \times 10^{-3}. \quad (9)$$

Cette équation est de la forme

$$K_L = Cl^2$$

et fait voir que la dépense occasionnée par le cuivre augmente avec le carré de la distance qui sépare les transformateurs. La courbe qui représente cette dépense

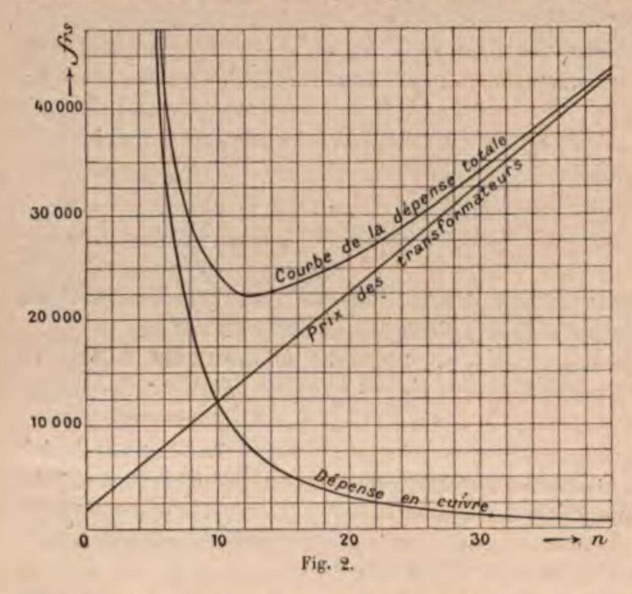


Fig. 2.

est une parabole dont le sommet est dirigé vers le bas.

Si l'on pose maintenant, au lieu de l, l'expression

$$\frac{L}{n} = \frac{10\,000}{n} \text{ mètres},$$

l'équation (9) devient

$$K_L = 11,43 \times 10^{-7} \cdot \frac{L^3}{n^2} = 11,43 \cdot \frac{1}{n^2} \ 10^5$$

$$K_L = \frac{1\,143\,000}{n^2} \text{ francs}. \quad (10)$$

Cette équation est représentée graphiquement (fig. 2).

Du prix des stations de transformateurs. — Il est facile de voir dans les catalogues des grandes maisons que le prix d'un transformateur est une fonction sensiblement linéaire de sa puissance; et qu'en faisant cette hypothèse, on ne commettra jamais une erreur supérieure à 7 pour 100.

Soit x la puissance effective d'un transformateur exprimée en kilowatts. Son prix pourra s'exprimer, d'après la remarque précédente, par l'équation

$$P_1 = a + bx \text{ fr}. \quad (11)$$

Si nous prenons un prix courant d'une maison bien connue, nous y voyons des transformateurs dont la tension primaire est de 5000 volts et la tension secondaire de 110 volts.

Les constantes de l'équation (11) prennent alors les valeurs

$$a = 525; \qquad b = 82.$$

L'équation peut donc s'écrire

$$P_1 = 525 + 82 . x \text{ fr}. \quad (11\ a)$$

Chaque appareil alimente des deux côtés les lampes sur une longueur de $\frac{l}{2}$ mètres, il envoie donc son courant à

$$2p . \frac{l}{2} = 2 \times 0,05 \frac{l}{2} = 0,05\ l \text{ lampes}.$$

Et, comme on peut compter que 20 lampes exigent une puissance d'un kilowatt, on pourra remplacer dans l'équation (11 a) la valeur de x par le nombre de lampes divisé par 20 et écrire :

$$P_1 = 525 + 82 \frac{0,05\ l}{20} = 525 + 0,205\ l. \quad (12)$$

A ce prix il nous faut encore ajouter les frais qu'occasionnent l'installation de cet appareil, qui varient suivant les cas, tout en restant absolument indépendants de la grandeur du transformateur, du moins pour les cas qui nous occupent. Ce prix r devra être fixé suivant les circonstances et pour chaque installation séparément.

Nous aurons donc à payer pour un transformateur monté définitivement la somme

$$P_2 = 525 + 0,205\ l + r \text{ fr}. \quad (13)$$

Nous pensons qu'avec $r = 500$ fr nous pourrons, dans l'exemple qui nous occupe, faire face à tous nos besoins. Nous pouvons donc poser

$$P_2 = 525 + 0,205\ l + 500 \text{ fr}$$
$$P_2 = 1025 + 0,205\ l \text{ fr}. \quad (14)$$

Nous avons sur la distance totale L, n transformateurs, de sorte que l'installation complète de ces appareils reviendra à

$$P_L = 1025 . n + 0,205\ L \quad (15)$$

ou

$$P_L = 1025 \times n + 2050. \quad (16)$$

équation qui donne la relation entre le prix de l'installation totale des transformateurs et le nombre n des stations

où seront répartis ces appareils. La figure 2 donne la représentation graphique de cette relation.

Conclusions. — Si maintenant dans la figure 2 on additionne les ordonnées des deux courbes, on en obtient une troisième qui représente la somme des frais occasionnés par la ligne secondaire et par les transformateurs.

On remarque aisément l'influence considérable que prend le prix de la ligne secondaire, aussitôt que les transformateurs s'éloignent les uns des autres. La courbe qui représente la dépense totale s'approche de plus en plus de celle qui donne le coût des conducteurs secondaires. Lorsque le nombre des transformateurs augmente, les frais qu'ils occasionnent se font immédiatement sentir. La courbe totale se rapproche de la courbe du prix des transformateurs, qui est une asymptote de la première. La dépense occasionnée par le cuivre devient relativement peu importante, quand les stations deviennent nombreuses.

L'installation est le meilleur marché possible lorsqu'on fait pour notre exemple $n = 12$ ou 14.

On peut, du reste, arriver rapidement au résultat cherché, par une voie analytique; en effet, le prix total de l'installation peut s'écrire, d'après les équations (10) et (16) :

$$S = \frac{1\,143\,000}{n^2} + 1025 \,.\, n + 2050 \text{ fr};$$

cette équation au 3e degré passe par un minimum quand sa première dérivée s'annule, c'est-à-dire quand :

$$\frac{dS}{dn} = 0 = -2 \cdot \frac{1\,143\,000}{n^3} + 1025 \qquad (18)$$

$$1025\, n^3 = 2 \times 1\,143\,000$$

$$n^3 = 2225$$

d'où enfin

$$n = 13. \qquad (19)$$

On devra donc diviser la longueur totale L en 13 parties qui auront chacune pour le cas dont nous nous occupons :

1° $$l = \frac{L}{13} = \frac{10\,000}{13} = 770 \text{ mètres};$$

la section des conducteurs secondaires se détermine suivant l'équation (7) et l'on obtient

2° $$s = 3,44 \,.\, l^2 : 10^{-7} = 3,44 \,.\, 593 \times 10^5 \times 10^{-7}$$
$$s = 3,44 \times 593 \times 10^{-4} = 0,204 \text{ cm}^2.$$

La grandeur des transformateurs se détermine maintenant au moyen du nombre des lampes placées entre chaque station. L'équation (2) donne pour ce nombre : $0,05\, l = 0,05 \times 770 = 39$ lampes de 16 bougies. Puisque 20 lampes nécessitent une puissance d'un kilowatt, la puissance de chaque transformateur sera de

3° $$\frac{39}{20} = 2 \text{ kilowatts}.$$

La dépense totale causée par le cuivre des conducteurs secondaires s'obtient de l'équation (9) :

4° $$K_L = 11,43 \times l^2 \times 10^{-3} = 11,43 \times \overline{770}^2 \times 10^{-3},$$
$$K_L = 6790 \text{ fr}.$$

Enfin, l'installation des transformateurs demandera un capital de

$$P_L = 1025 \times n + 2050 = 1025 \times 13 + 2050,$$
$$P_L = 15\,370 \text{ fr}.$$

Discussion. — En traitant l'exemple précédent, nous n'avons certainement pas commis des fautes plus grandes que ± 5 pour 100, et cette erreur possible ne peut rien changer à nos conclusions, puisque le théorème de Keppler dit qu'une fonction varie très peu dans les environs de son minimum. Si l'on examine de près la courbe de la dépense totale, on voit qu'une erreur de 10 pour 100 serait sans influence sensible.

Par contre, un choix défectueux du nombre des stations peut augmenter considérablement le prix de l'installation. On pourrait aussi déterminer cet écartement favorable par tâtonnement, mais cette méthode, tout en étant beaucoup moins explicite, est très longue. Ces déductions peuvent être appliquées au cas des distributions par trois fils, et au cas des courants triphasés, et ne demandent que des modifications peu importantes.

C. B.

BIBLIOGRAPHIE

Leçons sur l'électricité et le magnétisme, de Mascart et Joubert, 2e édition, par E. Mascart. — *Masson et Cie* et *Gauthier-Villars et fils*, éditeurs, Paris, 1896.

Quand les maîtres parlent, je me tais : d'abord parce que je suis bien élevé et ensuite parce que je n'ai rien de mieux à faire, sinon de m'incliner d'une manière générale et dans le cas actuel en particulier. Je dis « d'une manière générale », étant donné que j'ai appris dès le collège à ne pas raisonner avec mes supérieurs, qui ne raisonnaient pas parce qu'ils avaient toujours raison. Que de fois cependant mon esprit frondeur (j'étais déjà critique en ce temps-là) ne s'est-il pas instinctivement révolté contre certaines licences qu'il nous fallait alors admirer bon gré mal gré. J'avais beau dire, en lisant un de nos grands auteurs : Mais c'est une faute de français; ou, en scandant un poète latin, c'est une faute de quantité, et, si nous la commettions, on nous la compterait bel et bien. Licence littéraire, licence poétique, me répondait-on invariablement, et il fallait en passer par là. Je n'ai jamais pu y mordre, et, de fait, cependant, en y réfléchissant plus tard, je me suis dit : Puisque ce sont les grands prosateurs qui ont fait notre langage, puisque

ce sont les grands versificateurs de tous les pays qui ont créé la prosodie, ce qu'ils ont écrit dans leurs œuvres se disait peut-être accidentellement de leur temps, mais l'usage n'en a pas prévalu. Il n'est pas bien certain néanmoins que, s'ils revenaient sur cette terre, ils n'avouassent pas sincèrement n'avoir pas eu le temps de revoir une dernière fois leurs œuvres et y avoir laissé sciemment quelques imperfections avec l'espoir, trompé, de les faire disparaître plus tard. Cette sincérité me comblerait de joie; mais comme il n'en est pas question, je m'en console en pensant que, faute ou non, ces grands hommes ont tant fait pour nous et nous ont laissé des traces si impérissables de leur génie qu'on peut bien leur pardonner, dans la masse, quelques peccadilles. Pût-on en dire autant d'un plus grand nombre, ce serait encore mieux!

Mais, comme nous le disions en commençant, il en est à peine question pour le remarquable ouvrage que nous présentons aujourd'hui, et ce qui y domine pour nous, c'est la consécration officielle, si longtemps et si impatiemment attendue, la consécration par le grand maître de l'électricité, de la terminologie et de la pure doctrine dont naguère encore d'excellents esprits, non encore convaincus, nous accusaient de faire l'ornement d'une petite chapelle étroite. Il n'y a plus à rire, Messieurs les incrédules; non seulement la petite chapelle a fait de grands prosélytes, mais M. Mascart y pontifie et l'érige en basilique. Quelle que soit votre résistivité, n'y mettez plus de résistance; M. Mascart a défini ces deux quantités comme essentiellement distinctes, aussi bien que le travail et la puissance, etc., etc.

Votre triomphe est de bonne composition, me dira-t-on peut-être, et je sais bien ce qu'on va m'objecter. Sans doute le même symbole désigne souvent dans cet ouvrage le *travail* ou l'*énergie* et le *travail par seconde*; sans doute, dans ses définitions, l'auteur paraît affectionner le système de *réduction à l'unité* qui manquerait de généralité et semblerait, chez d'autres, une confusion entre les quantités et leurs unités s'il n'avait soin de faire suivre cette première définition (reste peut-être de la précédente édition) de son correctif plus homogène. Mais ce n'est peut-être qu'à titre de transition; peut-être aussi M. Mascart a-t-il des raisons qu'il nous développera un jour pour préférer une manière de faire à l'autre. Il n'est, ni comme homme ni comme savant, d'un tempérament à ne pas s'expliquer et à ne pas aller jusqu'au bout quand une conception bien nette est entrée dans son esprit. Aussi ne sommes-nous pas inquiet; et si, après avoir, pour un motif quelconque, écrit à une ligne $W = EI$, il est nécessairement conduit, quelques lignes plus bas, quand il en arrive à des expressions mathématiques dont l'homogénéité préoccupe sa remarquable précision, à ajouter le facteur t, sommes-nous tenté de nous demander, comme pour nos auteurs de tout à l'heure, si ce n'est pas *le temps* qui lui a manqué, le temps ce grand facteur général. Ira-t-on jusqu'à nous objecter cette faute d'impression, inversion évidente : « Un électromoteur d'un kilowatt est capable de produire « mille *watts par seconde* ou 102 kilogrammètres », au lieu de « mille watts ou 102 *kilogrammètres par seconde* »? Nous ne pensons pas qu'on puisse le faire sérieusement. Il a de même voulu éviter de répéter encore une fois, immédiatement après, ces mots *par seconde* en écrivant « Le watt vaut donc 1,37 cheval-vapeur de 75 *kilogrammètres* », puisqu'il ajoute tout de suite : « En d'autres termes, un cheval-vapeur équivaut à « 736 watts », ce qui montre bien sa pensée.

Dans tous les cas, licence scientifique, lapsus, reste du passé, faute d'impression ou tout ce qu'on voudra, « Que « celui qui est sans péché lui jette la première pierre ». Ce à quoi je tiens avant tout, moi grincheux, c'est aux principes; certains caractères n'y faillissent jamais de propos délibéré. Le principe est posé; je m'en contente.

Cet hommage rendu sur un point de minime intérêt en apparence, mais d'importance capitale suivant nous, en ce qui concerne l'unité dans la science, il ne nous reste que peu de place pour parler de l'œuvre en général, qui est assurément ce que nous avons de plus élevé et de plus complet en électricité. Eussions-nous d'ailleurs plus d'espace, nous ne pourrions quand même analyser comme il le mériterait ce premier volume qui résume le grand enseignement du Collège de France sur les « Phénomènes généraux et la Théorie » de l'Électricité et du Magnétisme. Le mathématicien y rivalise avec le physicien dans l'exposition de ses larges conceptions. Les problèmes et les questions les plus ardus y sont attaqués avec une sûreté et une netteté qui font le plus grand honneur à notre pays et justifient hautement le rang pris par l'auteur dans les aréopages scientifiques du monde entier.

Le second volume, actuellement en préparation, sera plus spécialement consacré à l'étude des méthodes d'observation, au détail des expériences et à l'examen des principaux caractères que présentent les applications si nombreuses de l'électricité dans l'industrie. Il complétera ce grand corps de doctrine.

Nous ne pouvons, en terminant, que nous associer aux regrets de l'auteur sur l'impossibilité dans laquelle, en raison de ses hautes fonctions, M. Joubert s'est trouvé de lui continuer sa collaboration. Le bon goût avec lequel son nom respecté a été néanmoins discrètement mais très nettement maintenu sur le titre de l'ouvrage, ne permettra pas aux générations futures d'oublier la grande part prise par lui à l'élaboration de l'œuvre primitive. Il honore les deux savants, en même temps que les éditeurs, auxquels nous devons toutes nos félicitations pour le soin apporté à cette nouvelle édition.

Quant à M. Mascart, s'il est vrai que le plus grand bonheur des riches soit de faire du bien aux pauvres, il peut se tenir pour satisfait et nous le remercions au nom de ces derniers.

E. Boistel.

Manuel de galvanoplastie, par Georges Brunel. — *Bernard Tignol*, éditeur, Paris, 1895.

La librairie est un grand art; les mystères en sont parfois insondables. C'est ainsi que ce petit volume, qui porte le n° 36 de la Bibliothèque des actualités industrielles, se trouve daté de 1895, alors que d'autres, portant des numéros bien plus élevés, sont de date de beaucoup antérieure. Il y aurait là de quoi déconcerter le public s'il n'était pas de si bonne composition et ne s'y laissait toujours prendre; mais, en ouvrant le livre, et pour peu qu'on ait l'œil un peu exercé, on s'aperçoit bien vite que l'œuvre ne date pas d'hier.

On y trouve tout d'abord une singulière classification des procédés électrochimiques en : 1° Galvanoplastie; 2° *Électrochimie*; 3° Électrométallurgie, l'*électrochimie* étant définie comme « consistant à *recouvrir d'une couche mince adhérente les objets* pour les protéger ou leur donner un aspect plus harmonieux ou plus riche ». Cette définition a un caractère de vétusté qui cadre mal avec le millésime dont le livre est paré et n'est pas fait pour donner beaucoup de prestige aux prétendues connaissances de l'auteur en l'an de grâce 1895.

Que faites-vous donc alors, Monsieur Brunel, des grandes applications au blanchiment, au tannage, à la fabrication du chlore, de la céruse, du vermillon, du chlorate de potasse, au traitement des jus sucrés, des mélasses, des alcools, etc.? Tout cela n'est-il pas de l'électrochimie au plus haut chef?... Mais ce n'est pas tout; les figures elles-mêmes, les machines qu'elles représentent, etc., ne sont pas plus nouvelles, et, sous un simple changement, ou, pour mieux dire, une addition de date (car les premiers tirages n'en portent généralement pas), cet opuscule n'est qu'un nouveau tirage, sur clichage probablement, d'un précédent qu'on a voulu rajeunir.

Sous prétexte de galvanoplastie, vous nous dorez la pilule, Messieurs les éditeurs.

Au fond, le livre est-il bon, est-il mauvais? Il n'y a pas beaucoup de raisons pour que cette dernière alternative ne soit la vraie, étant donné le peu d'originalité de la conception, recueil abrégé et découpé de productions antérieures. En tout cas il n'est pas nouveau et ne mérite pas, à ce titre, que nous nous y arrêtions longuement.

On a bien cherché encore à le rajeunir en ajoutant à la fin les définitions des unités, dont quelques-unes sont exactes, mais dont d'autres, telles que celles du kilogrammètre, de l'ampère et du watt, sont fausses ou inintelligibles. « Calomniez, calomniez, dit Basile; il en restera toujours quelque chose. » « Induisez en erreur, suis-je souvent tenté de dire à ceux qui écrivent dans ces conditions; il en restera toujours quelque chose », et c'est ce que je déplore.

E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Émile Barrault, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

249964. — **Société Actien für Fernsprech Patente.** — *Appareil téléphonique portatif* (29 août 1895).

249948. — **Mercereau, Wissée** et **Corgne.** — *Nouvelle disposition de pile dénommée : pile Mercereau, applicable à divers usages et spécialement à une canne dite : canne Phébus* (29 août 1895).

249957. — **Wunderlich.** — *Dispositif de réglage du niveau du liquide excitateur dans les éléments galvano-électriques* (29 août 1895).

249984. — **Bardin.** — *Nouveau système de moteur électrique* (30 août 1895).

249935. — **Mann** et **Hermand.** — *Perfectionnements aux lampes électriques ou régulateurs à arc* (28 août 1895).

249950. — **Société Electrizitäts Aktiengesellschaft Vormals Schuckert** et **Cie.** — *Électro-aimant à attraction uniforme* (29 août 1895).

249958. — **Pifre.** — *Dispositions mécaniques et électriques pour la mise en marche de moteurs électriques actionnant des pompes* (29 août 1895).

249960. — **Bersier.** — *Servo-moteur électrique* (29 août 1895).

235637. — **Schindler-Jenny.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 19 janvier 1894, pour nouveau corps de chauffage électrique et son application à des systèmes d'allumoirs* (28 août 1895).

250056. — **Larchevêque** et **Policard.** — *Nouvel avertisseur électrique pour la durée du coulage des pâtes céramiques* (4 septembre 1895).

245955. — **Caillol.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 25 mars 1895, pour invention ayant pour but de faire actionner les bateaux à aubes par la force du courant et un système de câbles fixes permettant en outre d'employer l'électricité comme force motrice* (4 septembre 1895).

250187. — **Tisdale** et **Gould.** — *Perfectionnements aux avertisseurs d'incendie électriques* (10 septembre 1895).

250063. — **Headland.** — *Perfectionnements aux lanternes électriques de sûreté employées dans les mines et autres endroits* (4 septembre 1895).

245699. — **Dumoulin.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 11 mars 1892, pour procédé perfectionné de tubes et tôles en cuivre et autres métaux par l'électrolyse* (31 août 1895).

250146. — **Gauthier.** — *Système de traction électrique pour fiacres et voitures publiques* (9 septembre 1895).

250067. — **Société anonyme pour la transmission de la Force par l'Électricité.** — *Nouveau système de téléphone multiple* (4 septembre 1895).

250174. — **Pupin.** — *Perfectionnements dans le transport électrique de la force pour la transmission des signaux* (10 septembre 1895).

240815. — **Ritter.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 18 août 1895, pour installation téléphonique n'exigeant pas chez les abonnés de piles pour l'appel du bureau central ni pour les annonciateurs de fin de conversation, ces deux signaux étant transmis automatiquement* (31 août 1895).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

INFORMATIONS

Les Sociétés anglaises pour distribution d'énergie électrique. — La plupart de ces entreprises ont fait connaître, à l'heure actuelle, les résultats de l'exercice 1895, mais comme nous n'avons pas à examiner ici, par le menu, la situation intrinsèque des entreprises étrangères, nous nous bornerons à collationner les chiffres des bilans et à faire ressortir les données intéressantes de fonctionnement.

Tous ces renseignements sont condensés, par catégorie, dans le tableau ci-dessous, et l'on y verra que le prix de revient du kilowatt-heure vendu oscille de 0,270 fr à 0,880 fr. Il faut, si l'on veut comparer à ces chiffres ceux obtenus à Paris, tenir compte de ce que le charbon a une moindre valeur en Angleterre qu'en France et que l'*horaire* d'éclairage y est beaucoup plus long que chez nous. En outre, la main-d'œuvre conduit à une dépense moindre.

Aux renseignements contenus dans le tableau général, nous en ajoutons d'autres sur la House to House que nous avons pu réunir et qui permettront de mieux apprécier le développement de cette entreprise :

HOUSE TO HOUSE ELECTRIC LIGHT SUPPLY C°

ANNÉE.	NOMBRE DE LAMPES DE 35 WATTS DESSERVIES.	AUGMENTATION EN LAMPES DE 35 WATTS	NOMBRE D'ABONNÉS.	RECETTES BRUTES.	DÉPENSES.	REVENU NET.
1890	13 665	9145	248	125 000	115 000	10 000
1891	19 388	5723	373	208 250	150 000	58 250
1892	23 700	4312	471	267 500	197 500	70 000
1993	28 429	4729	599	301 600	188 000	103 600
1894	35 858	7429	755	342 500	178 000	164 500
1895	44 152	8304	952	385 000	213 750	171 250

SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1895 DES PRINCIPALES SOCIÉTÉS ANGLAISES POUR DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Les signes C. C. et C. A. en dessous du nom de la Compagnie indiquent l'emploi de *courant continu* ou de *courants alternatifs*.

CONDITIONS D'EXPLOITATION.	CHELSEA ELECTRICITY SUPPLY. C. C.	BRISTOL CORPORATION.	OXFORD ELECTRIC C°. C. C.	LIVERPOOL ELECTRIC SUPPLY. C. C.	WESTMINSTER CORPORATION. C. C.	CITY OF BATH ELECTRIC C°.	SCARBOROUGH ELECTRIC SUPPLY. C. A.	YORKSHIRE HOUSE TO HOUSE. C. A.	WESTMINSTER ACCOUNTS.
Capital en service, en francs	40 125 000	2 500 000	1 716 400	6 617 775	1 305 650	1 071 775	775 000	1 900 000	11 096 075
Nombre de kilowatts-heure vendus	577 770	408 301	207 633	1 185 964	246 912	266 565	135 177	524 629	2 830 396
Nombre de lampes de 8 bougies desservies	57 354	»	15 003	32 000 (1894)	13 522	11 207	12 788	32 539	216 822
Recettes brutes pour énergie	400 000	250 000	130 000	850 000	75 200	132 000	82 500	282 500	1 638 850
Recettes nettes	212 000	100 000	74 000	4 700 000	4 800	27 500	22 425	170 000	725 000
Prix de vente moyen du kw-h	66,0	54,6	59,7	67,0	24,0	48,0	60,0	51,0	50,0
Recettes par lampe de 8 bougies	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Charbon par kw-h	09,2	09,7	05,5	05,4	10,6	14,0	16,6	05,0	05,7
Consommation par lampe de 8 bougies, en kw-h.	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Huile, eau, etc., par kw-h	01,9	00,9	00,5	01,1	01,6	03,3	01,2	01,6	01,1
Salaires usine —	06,3	07,4	08,2	02,2	09,9	09,0	10,5	08,0	05,7
Réparations —	02,9	01,7	04,3	05,6	0,30	03,5	06,3	01,9	02,1
Patentes —	02,1	06,1	03,4	02,5	00,4	01,1	01,3	01,4	02,6
Frais généraux —	09,6	06,2	11,8	07,6	03,9	09,1	05,5	05,7	06,8
Amortissements —	06,2	21,2	»	09,1	09,2	»	»	50,0	09,1
Prix de revient du kw-h	38,2	53,2	33,7	33,5	38,6	40,0	40,9	36,6	33,1
Main-d'œuvre	20,3	19,7	18,5	14,3	24,5	29,8	30,6	14,5	14,6

CONDITIONS D'EXPLOITATION.	BURNLEY CORPORATION. C. C.	HOUSE TO HOUSE. C. A.	KENSINGTON'S C°. C. C.	NOTTING HILL ELECTRIC C°. C. C.	CHARING CROSS AND STRAND ELECTRIC SUPPLY C°. C. C.	NATIONAL ELECTRIC SUPPLY. C. C.	HOVE LIGHTING ELECTRIC C°. C. C.	BRIGHTON CORPORATION ACCOUNTS. C. C. et C. A.	BURTON ON TRENT CORPORATION ACCOUNTS.	DOVER ELECTRIC SUPPLY. C. A.
Capital en service, en francs	606 250	2 550 000	5 214 525	2 177 500	3 500 000	1 750 875	1 252 500	3 788 750	716 250	2 231 750
Nombre de kilowatts-heure vendus	124 933	476 714	1 228 734	182 327	1 383 813	271 076	162 428	867 494	40 094	56 658
Nombre de lampes de 8 bougies desservies	6 708 (1894)	44 162	94 270	20 307	51 202	»	18 403	38 000 (1894)	»	4 125
Recettes brutes pour énergie	63 950	359 750	700 000	150 000	697 500	137 500	133 750	400 000	25 000	25 000
Recettes nettes	37 500	171 000	275 000	78 000	315 000	83 750	65 000	222 500	0	0
Prix de vente moyen du kw-h	49,0	72,0	53,0	76,0	48,0	48,8	78,5	48,6	57,0	42,5
Recettes par lampe de 8 bougies	»	»	»	»	»	»	715,0	»	»	600,0
Charbon par kw-h	03,8	16,7	06,8	07,9	09,2	04,4	10,4	07,2	13,3	22,9
Consommation par lampe de 8 bougies, en kw-h.	»	»	»	»	»	»	8,8	»	»	13,7
Huile, eau, etc., par kw-h	01,1	03,2	01,3	01,3	00,8	01,9	02,8	01,5	05,4	06,1
Salaires usine —	06,2	09,4	05,4	04,8	03,0	06,5	10,0	04,7	47,2	18,3
Réparations —	01,5	02,8	04,7	10,3	03,3	05,5	02,0	03,5	02,7	04,0
Patentes —	03,3	02,6	02,1	00,4	00,5	02,9	02,8	00,9	04,2	01,6
Frais généraux —	03,6	07,1	04,0	17,7	03,0	10,3	13,5	05,9	04,2	35,1
Amortissements —	08,4	10,0	10,8	09,2	03,2	03,5	03,8	11,4	»	»
Prix de revient du kw-h	29,9	51,8	35,1	51,6	27,0	33,0	45,3	35,1	77,0	88,0
Main-d'œuvre	12,6	31,9	18,2	24,3	18,3	16,3	23,2	16,9	68,6	51,3

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

33 143. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.

5e Année. — N° 105. 10 Mai 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Congrès international des électrotechniciens à Genève en 1896. — A l'occasion de l'Exposition nationale suisse, la Société des électriciens suisses a invité les Sociétés sœurs de l'étranger à participer au Congrès international des électrotechniciens qui se réunira dans le courant du mois d'août 1896, à Genève. La durée de ce Congrès est fixée à quatre jours, et le programme prévoit des séances tous les matins, tandis que les après-midi seront consacrés à la visite de l'Exposition et des installations hydrauliques et électriques si renommées que possède la ville. A la suite du Congrès, les personnes qui y auront assisté pourront prendre part à une excursion dans le Jura et la Suisse centrale, où ils pourront visiter les installations hydrauliques et électriques les plus importantes du pays. L'ordre du jour du Congrès prévoit la discussion des questions suivantes :

1° Les unités magnétiques et leur dénomination ;
2° Les unités photométriques et leur dénomination ;
3° Transports de forces à grande distance au moyen de :
  a. Courants continus,
  b. Courants alternatifs ;
4° De la protection des lignes à haute tension contre les décharges atmosphériques :
5° Des différents troubles causés par les tramways électriques.

C. B.

La Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône vient de donner la commande du matériel électrique à la maison Brown, Boveri et Cie, à Baden (Suisse), et des turbines hydrauliques à la maison Escher Wyss et Cie de Zurich, deux raisons sociales bien connues de nos lecteurs et du monde entier. Cette installation, projetée pour contenir 16 turbines d'une puissance effective de 1250 chevaux chacune, dont 8 seront exécutées immédiatement, la commande des autres étant remise à une époque ultérieure. Toutes ces 16 turbines, représentant une puissance de 20 000 chevaux, seront placées en une seule ligne, au milieu de laquelle se trouveront 3 dynamos excitatrices de 250 chevaux chacune, accouplées directement à 3 petites turbines de même puissance. Il y aura donc en tout 19 groupes différents. La chute effective disponible, déduction faite des pertes, varie entre 10 et 12 mètres. Les turbines, dont les axes sont verticaux, sont accouplées directement à leurs dynamos respectives, elles travaillent par réaction et partiellement par chute aspirante (siphon).

Ces turbines, d'une construction spéciale garantie par un brevet, tournent avec une vitesse relativement considérable; celles de 1250 chevaux font 120 tours par minute, tandis que celles de 250 chevaux atteignent la vitesse de 250 révolutions par minute. Les roues sont relativement petites, bien que celles de 1250 chevaux aient un diamètre d'environ 6 mètres.

C. B.

La locomotive électrique de Baltimore. — A la suite de divers accidents survenus sur la ligne de Washington et particulièrement dans le tunnel de Baltimore, la Compagnie des chemins de fer de Baltimore et de l'Ohio prit la résolution de remorquer à travers ce long tunnel deux trains à la fois au moyen d'une locomotive électrique. Nous trouvons à ce sujet, dans l'*Electrical Word* de New-York, quelques chiffres intéressants.

Le premier convoi, composé, comme nous l'indiquons plus haut, de deux trains complets, était formé de 44 vagons chargés de charbon de terre, de deux locomotives et d'une troisième, placée à l'arrière, servant à pousser le train sur les rampes, de façon à décharger les crochets d'attelage. Ces trois locomotives à vapeur ne produisaient aucun travail. Le poids total du convoi était d'environ 1950 tonnes et correspondait au poids de 52 vagons chargés. Ce train, tiré par la locomotive électrique, se mit si doucement en marche qu'on se serait cru sur un paquebot, et arriva ainsi sur la plus forte rampe du tracé, où une barre d'attelage se rompit. L'accident réparé, la locomotive électrique se remit en marche et atteignit bientôt une vitesse de 19 km à l'heure. L'ampèremètre indiquait environ 2200 ampères pendant la période d'accélération, et environ 1800 ampères la vitesse normale une fois atteinte. La tension était de 625 volts. L'effort exercé sur la barre d'attelage de la locomotive a été calculé à 28600 kg environ.

Les quatre moteurs électriques de la locomotive étaient mis en série, de façon à obtenir le plus grand effort de traction possible étant donnée la valeur de l'intensité.

L'auteur de la notice donne ensuite une série de calculs de dépense, à la suite desquels il démontre que, dans le cas qui nous occupe, la traction par locomotive électrique coûte exactement autant que celle par les locomotives à vapeur habituelles, soit 71,5 centimes par km.

Il fait cependant remarquer que, lorsque la locomotive électrique sera attelée aux trains de voyageurs et qu'elle développera une puissance environ trois fois plus grande, ce prix de revient s'abaissera considérablement et tournera sans aucun doute tout à l'avantage de ce nouveau mode de traction.

La puissance de la station centrale devra aussi pouvoir être distribuée d'une autre façon et pour des buts différents, lorsque les locomotives électriques ne seront pas en service. On arrivera alors à rendre les locomotives électriques très supérieures aux locomotives à vapeur actuelles.

Des expériences comparées se rapportant au rendement parlent, quoique modestement encore, en faveur de la traction électrique. Ces expériences donnent, principalement sur les lignes de Baltimore et de l'Ohio, un rendement de 60 à 65 pour 100 ponr la locomotive électrique, alors que des essais effectués sur les lignes françaises et sur celles de la Pennsylvanie n'ont donné que 45 à 55 pour 150 pour les locomotives à vapeur actuelles.

Il nous paraît intéressant de rattacher à ce que nous avons dit plus haut quelques indications sur la manière dont s'effectue la prise de courant et sur les difficultés qu'elle a présentées. La ligne qui est placée à la partie supérieure du tunnel est continuellement soumise à l'action des trains rapides qui brûlent du coke, d'une part, et à celle de l'humidité de la route, d'autre part, de sorte que, sur plus de la moitié de sa longueur, elle est mouillée et recouverte d'une couche de matières visqueuses et adhérentes. La prise de courant, qui s'effectue à l'aide d'un chariot, se faisait fort mal et donnait de telles étincelles que l'on dut abandonner ce système. La perte de courant, qui était primitivement de 21 ampères, est tombée et se maintient actuellement à 4 ampères.

Après plusieurs tâtonnements, on s'arrêta à l'emploi du pétrole combiné avec des chariots gratteurs, et l'on est arrivé à avoir une bonne liaison entre les moteurs et la ligne.

On a cependant, pour plus de prudence, armé les locomotives de deux chariots-trolleys. La ligne est nettoyée une fois toutes les trois semaines au pétrole, et l'on passe dans le même temps une ou deux fois le chariot-gratteur. Ce n'est qu'avec ces précautions que l'on est arrivé à avoir toujours une ligne assez propre pour permettre une bonne prise de courant. La ligne est polie et les étincelles ne se produisent plus qu'aux endroits mouillés, qui s'étendent sur une longueur totale de 60 mètres.

C. B.

— *La Chambre syndicale des ouvriers électriciens* tiendra son assemblée générale le dimanche, 16 mai, à 2 heures du soir, à la Bourse centrale du travail.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Caussade (Tarn-et-Garonne). — *Inauguration de l'éclairage.* — Ces jours derniers, la population caussadaise était fort agréablement surprise de voir tout à coup la ville inondée par des flots de lumière électrique.

Personne, dans la charmante cité qu'arrosent la Lère et le Candé, n'avait un instant douté du succès de l'entreprise; le succès a dépassé toutes les espérances, et si tout le monde a aidé M. Fournier, ingénieur et promoteur de l'entreprise, personne, à cette heure, ne regrette ses efforts.

Si nous en croyons une feuille locale, le matériel aurait été fourni par la Société alsacienne de constructions mécaniques, qui a déjà établi de nombreuses installations dans cette région de la France.

L'éclairage, d'une fixité parfaite, est vivement apprécié de toute la population qui, inondée de lumière, n'attend plus que la réalisation d'un deuxième projet, actuellement à l'étude, celui d'une distribution d'eau, l'inondation sera alors complète sous tous les points de vue.

Charquemont (Doubs). — *Éclairage.* — Les installations particulières pour l'éclairage électrique se font de la façon la plus active sous la direction de M. Richard Weimar, ingénieur. Il est à prévoir qu'elles seront achevées prochainement.

Les installations pour l'utilisation de l'électricité comme force motrice seront achevées en juillet.

L'inauguration aura lieu probablement le 14 juillet.

Des villages de la montagne qui ont traité avec la *Société de la Goule*, c'est Charquemont qui verra le premier son installation achevée. C'est, en effet, de cette localité qu'est parti le mouvement de progrès qui a conduit les principaux villages du plateau à créer des distributions d'énergie électrique dans les environs de la Goule.

Château-Chinon (Nièvre). — *Éclairage.* — Nous lisons dans l'*Écho du Morvan* que l'éclairage électrique de la ville est sur le point d'être réalisé.

Le Conseil d'État a rendu, en effet, une décision favorable à l'exécution des projets qui lui avaient été soumis. Aussitôt l'emprunt voté, les travaux commenceront et tout fait espérer que la ville aura son nouvel éclairage avant la fin de l'année.

Gap. — *Adjudication.* — Nous apprenons que le samedi 13 juin 1896, à deux heures du soir, il sera procédé en séance publique, par M. le préfet des Hautes-Alpes, en Conseil de préfecture et en présence de M. l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, dans les formes réglementaires, à l'adjudication, au rabais, sur soumission cachetée, de l'éclairage électrique des galeries du Serre-du-Coin et des Ardoisières, près du bourg de la Grave, route nationale, n° 91.

Le nombre minimum de lampes est fixé à 25 pour la galerie des Ardoisières et à 5 pour la galerie du Serre-du-Coin.

Le prix maximum susceptible de rabais est de 100 fr par lampe et par an (lampe à incandescence de 16 bougies). Le cautionnement exigé est de 1000 fr. Ce cautionnement deviendra définitif après l'approbation de l'adjudication.

La Guerche-de-Bretagne (**Ille-et-Vilaine**). — *Éclairage.* — Dans une de ses dernières séances, le Conseil municipal de cette localité a concédé, pour 30 années, réductibles de part et d'autre à 15 ans, l'éclairage de la ville au moyen de la lumière électrique, à M. Boucher, électricien, à la Guerche.

La ville sera éclairée, moyennant la somme de 1000 fr, au moyen de 20 lampes à incandescence fonctionnant pendant toute l'année du coucher du soleil à minuit, sans observer les jours de lune qui sont généralement plus obscurs que les autres.

L'éclairage actuel est fait d'une manière aussi défectueuse que possible, au moyen de 15 réverbères à pétrole, moyennant 800 fr par an, plus une gratification prise sur le budget communal, attribuée au garde municipal, pour surveiller les lanternes pendant vingt jours par mois seulement! En outre, le matériel est en mauvais état et n'est d'aucune utilité pour la population qui n'y voyait goutte.

Depuis le 14 juillet dernier, M. Boucher avait fait une installation à ses risques et périls, pour les principaux établissements et magasins de La Guerche installation qui fonctionne d'une façon très satisfaisante.

Laignes (**Côte-d'Or**). — *Inauguration de l'éclairage.* — La petite ville de Laignes inaugurait dernièrement la double installation des bornes-fontaines et de l'éclairage électrique que la captation d'une source abondante, au centre même de la commune, a permis d'établir à des conditions exceptionnellement favorables.

Dans chaque quartier, les habitants avaient rivalisé de zèle pour la décoration des bornes-fontaines et des lampes électriques. Les fontaines surtout étaient ornées avec autant d'ingéniosité que de goût.

A onze heures le Conseil municipal et les invités se sont réunis à l'Hôtel de Ville. Le cortège s'est formé aussitôt et a parcouru les rues, passant devant toutes les fontaines, autour desquelles étaient généralement groupés les habitants du quartier, qui, ayant contribué à leur décoration, recevaient des félicitations méritées.

Un banquet, de quarante et quelques couverts, présidé par M. Alliot, maire de Laignes, a terminé la fête.

Au dessert, plusieurs toasts ont été portés.

Les travaux des fontaines ont été exécutés par M. Sirodot, architecte, à Dijon.

Les eaux de sources, captées dans un bassin, sont refoulées à une distance de 1200 m environ dans un réservoir de 300 m^3 sis à 30 m au-dessus de la prise d'eau, au moyen d'une pompe actionnée par la roue hydraulique de l'ancien moulin. Ce réservoir se trouve sur la route de Bâlot. Au moyen de conduites en fonte sillonnant le pays, il alimente 35 bornes-fontaines, dont plusieurs avec auge, et environ 50 concessions particulières.

Le service de l'éclairage électrique est fait au moyen de deux dynamos, dont une de secours, actionnées par la roue hydraulique.

La force motrice en basses eaux permettra d'alimenter 50 lampes de 16 bougies, dont 40 pour l'éclairage des rues et 10 pour l'éclairage de l'Hôtel de Ville, des écoles et de l'hospice.

L'installation a été faite par la Société électromécanique de Paris, sous la direction de M. Sirodot, auteur du projet.

Ces travaux importants ont été exécutés en moins de dix-huit mois.

Limoges. — *Traction électrique.* — Sur la demande de M. le maire de Limoges, le Conseil donne un avis favorable à l'établissement du réseau de tramways tels que nous l'avons indiqué dans un précédent numéro (n° 85, **1895**, p. 279).

Les travaux de l'usine à établir sur les bords de la Vienne sont déjà commencés.

Prochainement aura lieu l'adjudication des travaux de la voie et des bâtiments d'exploitation; tout laisse donc à penser qu'au 1er septembre prochain une ou deux lignes seront terminées.

Le Conseil adopte certaines modifications au cahier des charges demandées par le ministre des travaux publics.

MM. Grammont et Faye seront autorisés à employer l'intérieur et l'extérieur de leurs voitures et de leurs bureaux pour la publicité qu'ils jugeront à propos de faire. Ils sont autorisés également à constituer pour l'exploitation de cette publicité, une Société anonyme.

Tours. — *Traction électrique.* — La question de l'établissement à Tours des tramways électriques comporte deux projets : l'un de M. Guary, administrateur de la Compagnie générale française des tramways, et de M. Legrand, directeur de l'exploitation de Tours; l'autre de M. de Brancion, ingénieur. L'étendue du texte de ces deux projets ne nous permet pas de les reproduire intégralement, nous n'en citerons que la partie la plus intéressante :

La Compagnie générale française des tramways s'engage envers la ville de Tours :

1° A transformer, à ses frais, risques et périls, en voie ferrée, la ligne actuelle d'omnibus qui, par extension, partira de la place Velpeau pour suivre la rue de la Fuie, le boulevard Heurteloup avec embranchement rue de Paris jusqu'à la gare des marchandises, le boulevard Béranger, les rues de la Grandière, de Clocheville, la place Gaston Pailhou, les rues des Fossés-Saint-Martin, de la Riche, Lamartine et le boulevard Tonnellé jusqu'à l'entrée principale de l'Hospice général;

2° A compléter le réseau en créant actuellement à ses frais et risques, deux nouvelles voies ferrées :

L'une partant d'un point sis à 200 m au delà de la barrière de Saint-Pierre-des-Corps, sur le chemin de grande communication n° 30 de Tours à Orléans, pour ensuite suivre le quai de Saint-Pierre-des-Corps, le quai du Vieux-Pont, la rue Saint-Maurice, la place de l'Archevêché, les rues de l'Archevêché, Néricaut-Destouches, de la Grandière, le boulevard Béranger jusqu'à la place Saint-Éloi.

L'autre faisant suite au Terminus actuel du Champ-de-Mars et qui suivra le boulevard, la rue des Acacias, la rue Giraudeau et le boulevard Thiers jusqu'à l'avenue de Grammont (place Thiers).

Par suite de ce qui précède, le réseau de tramways de la ville de Tours se composera des lignes suivantes :

1° Ligne de Saint-Symphorien à la barrière de Grammont;
2° Ligne de la place Velpeau au Jardin Botanique;
3° Ligne de Saint-Pierre-des-Corps à la place Saint-Éloi;
4° Ligne de l'Hôtel de Ville à la place Thiers par le Champ de Mars.

Toutes les voies du réseau, décrites à l'article 1er, devront être achevées et ouvertes à l'exploitation dans le délai maximum de dix-huit mois à partir de la promulgation du traité de concession.

La voie sera établie à l'écartement de 1 m et dans les con-

ditions qui seront prescrites par le cahier des charges qui régira les lignes départementales de Luynes et de Saint-Avertin, sauf pour la Compagnie à prendre les mesures nécessaires au passage du tramway de Vouvray.

En raison des avantages pouvant résulter du présent traité et à partir du moment où la recette brute annuelle sur l'ensemble du réseau énuméré aura atteint 60 000 fr par km exploité, la Compagnie payera à la ville de Tours une redevance de 50 pour 100 sur l'excédent des recettes brutes au-dessus de 60 000 fr par km. (La longueur des kilomètres exploités sera établie en additionnant les longueurs utiles de chaque ligne, d'un terminus à l'autre, les parties de voies communes à plusieurs lignes étant comptées autant de fois qu'il y a de lignes empruntant ces parcours.)

En outre, comme droit de stationnement et à titre de participation dans les recettes brutes du réseau de Tours, la Compagnie générale française de Tramways versera à la ville de Tours : 2000 fr pendant chacune des quinze premières années de la concession et 3000 fr pendant chacune des quarante-cinq dernières années.

La Compagnie s'engage à construire, installer l'usine électrique génératrice et son dépôt destiné à l'exploitation de son réseau de tramways à l'intérieur des limites de l'octroi de Tours, et elle sera, par suite, exonérée de droits d'octroi sur les combustibles.

Passons au projet de M. de Brancion.

La ville de Tours a été déclarée concessionnaire d'un réseau de tramways par décret du 15 juillet 1876. Cette concession, consentie pour quarante années, est actuellement exploitée par la Compagnie générale française de tramways. M. de Brancion émet les propositions suivantes :

La ville de Tours demandera à l'État :

1° La prorogation de la concession du réseau actuel de tramways, pour une durée de cinquante-quatre ans expirant le 31 décembre 1971 ;

2° La concession pour une durée de soixante-quinze années expirant le 31 décembre 1971, du réseau complémentaire de tramways comprenant les lignes et embranchements suivants figurés au plan de la ville ; ce projet viendra compléter, avec celui entrepris par la Compagnie des tramways et cité plus haut, le réseau de tramways de Tours.

Les lignes concédées à M. de Brancion sont au nombre de trois, savoir :

I. *Ligne A.* — De la place Loiseau-d'Entraigues au point F (intersection du boulevard Thiers et de la rue Girandeau) ;

II. *Ligne B.* — De l'octroi de Rochepinard à l'entrée principale de l'Hospice général et éventuellement jusqu'au point F ;

III. *Ligne C.* — Du théâtre municipal au point terminus F.

En outre, il demeure convenu que, au cas où la ville de Tours viendrait à ouvrir la portion du boulevard Thiers comprise entre la rue Girandeau et le boulevard Tonnelle, M. de Brancion serait tenu d'y établir une voie et d'assurer, sur ce nouveau tronçon, le service des tramways comme sur le reste du réseau à lui concédé, et ce, dans un délai de six mois du jour où la ville lui aurait fait connaître son intention. Les lignes à exploiter par le rétrocessionnaire seront à traction électrique et à conducteur souterrain du système « Diatto ».

L'usine de production et de distribution d'énergie électrique pour la traction des tramways, ainsi que le dépôt du matériel d'exploitation, seront, comme pour l'installation de la Compagnie des tramways, établis intra-muros sur l'emplacement choisi par M. de Brancion et agréé par le Conseil municipal.

La vitesse maxima sur le réseau urbain est fixée à 20 km : h.; au croisement des rues, l'allure devra être ralentie sensiblement.

En raison des avantages pouvant résulter du présent traité, les parties décident ce qui suit :

La recette kilométrique moyenne venant à dépasser 20 000 fr par an, M. de Brancion versera à la Ville, à titre de participation, 25 pour 100 par an, de l'excédent de la moyenne de 20 000 fr.

En prévision de l'approbation du présent traité, M. de Brancion a versé à la Trésorerie générale d'Indre-et-Loire un cautionnement de 100 000 fr.

ÉTRANGER

Berlin. — *Traction électrique.* — La ligne de tramways électriques du pont Warschauer à la place Nollendorff, actuellement en cours d'exécution, sera prolongée jusqu'au Jardin zoologique, qu'elle contournera en partie.

Le viaduc, destiné aux mêmes tramways, construit sur le pont Oberbaum, est presque totalement achevé. La concession du nouveau réseau sera d'une durée de soixante années.

Budapest (Autriche-Hongrie). — *Traction électrique.* — Le tramway électrique souterrain de Budapest, une des plus remarquables curiosités de la capitale hongroise, sera incessamment livré au trafic. Les autorités en ont pris réception le 5 avril, M. de Wörös, secrétaire d'État au ministère du commerce, a présidé la cérémonie. Cette ligne a 3695 m de longueur et le train d'inauguration a franchi cette distance en dix minutes quarante secondes (sans arrêts). Il y a 12 stations. Les voitures qui ont 12 m de longueur sur 2,20 m de large offrent 28 places, elles partiront sur chacune des deux voies toutes les deux minutes et la vitesse maxima qu'elles atteindront sera de 40 km : heure. Le prix du transport est fixé à 20 centimes par personne.

Copenhague. — *Éclairage et traction électrique.* — Nous apprenons qu'une concession vient d'être accordée à un syndicat français pour l'établissement de différentes lignes de tramways électriques dans le voisinage de cette ville ; les travaux de la première ligne entre Amock et Drâgor *viâ* Sundby commenceront incessamment. Il serait question également de construire une autre ligne qui suivrait les boulevards et serait reliée à la ligne d'Amock.

Les autorités locales du faubourg Westerbro viennent de décider l'établissement d'une station centrale destinée à l'éclairage ; cette usine pourra alimenter 15 000 lampes à incandescence.

Genève. — *Éclairage.* — Nous avons annoncé en son temps (nos 81, 94, **1895** ; p. 184 et 496) la création à Genève de l'usine de Chèvres, nous apprenons qu'elle fournit depuis quelques jours déjà l'éclairage électrique du théâtre ; depuis peu, elle assure aussi l'éclairage de l'exposition. Les essais des turbines et régulateurs ont donné de bons résultats. On a constaté que les dynamos, qui devaient donner 800 chevaux en été et 1200 en hiver, pourront donner cet été les 800 chevaux nécessaires pour le service de l'exposition, mais que les constructeurs devront y apporter des modifications pour atteindre les 1200 chevaux prévus dans leur contrat avec la ville pour le régime d'hiver. Le service de l'exposition ne sera pas affecté par ce contre-temps, et dès l'ouverture la distribution du courant diphasé de 2400 volts pourra avoir lieu régulièrement pour le service de la ville et de l'exposition nationale.

Les premiers socles des lampes à arcs pour l'éclairage des rues viennent d'arriver et l'on va procéder incessamment à leur mise en place.

Kratzau (Bohême). — *Éclairage* — Le Conseil municipal de la ville de Kratzau vient de décider définitivement l'adoption de l'éclairage électrique. Une concession vient également d'être accordée à MM. Siemens et Halske pour l'installation d'une station centrale destinée à l'éclairage électrique de la petite ville de Friedland (Bohême).

UN NOUVEAU SYSTÈME

DE

DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

PAR COURANTS ALTERNATIFS

Nous n'avons pas besoin d'insister auprès de nos lecteurs pour faire ressortir à leurs yeux les propriétés spéciales aux différents systèmes de distribution de l'énergie électrique actuellement utilisés dans l'industrie dans les quelques milliers de stations centrales disséminées aujourd'hui dans le monde entier. Exclusivement réalisée au début avec des courants continus, la distribution de l'énergie électrique a, depuis 1886, eu très souvent recours aux courants alternatifs simples, si improprement désignés sous le nom de courants monophasés : depuis 1892, les applications des courants polyphasés se généralisent, grâce à la simplicité de construction et à la sécurité de fonctionnement de moteurs construits sur ce système.

En résumé, la distribution par courants continus convient aux réseaux de faible étendue; les courants alternatifs simples conviennent aux distributions sur un réseau étendu où l'éclairage domine; les courants polyphasés aux transports de force motrice à distance et aux réseaux dans lesquels la puissance à distribuer sous forme mécanique dépasse notablement celle absorbée pour l'éclairage.

Lorsqu'il y a sensiblement égalité, les courants alternatifs simples amènent des difficultés de démarrage, aussi bien pour les moteurs asynchrones que synchrones, les courants polyphasés compliquent inutilement la partie de l'installation destinée à l'éclairage.

Dans un système qu'ils viennent de faire récemment connaître, MM. Galileo Ferraris et Riccardo Arnò ont cherché à donner satisfaction aux exigences spéciales d'une distribution mixte. Dans le nouveau système, la distribution générale est faite à l'aide d'un courant alternatif simple, qui pourvoit, lui seul, à l'éclairage; dans les régions où des moteurs doivent être employés, on tire de ce courant simple d'autres courants alternatifs, qui ont la tension voulue et sont convenablement déphasés de manière à constituer dans ces régions autant de systèmes de distribution par courants polyphasés. Le système permet en outre d'alimenter des moteurs électriques en utilisant un réseau à courants alternatifs déjà existant, et primitivement destiné à l'éclairage seulement.

Le système de MM. Ferraris et Arnò repose sur l'emploi d'appareils auxquels ils donnent le nom de *transformateurs à décalage*. Les auteurs donnent ce nom à des appareils qui, avec un courant primaire quelconque, produisent un autre courant secondaire, lequel, tout en ayant la tension et l'intensité voulues, présente une différence de phase convenable relativement au courant secondaire que fournissait un transformateur ordinaire. Ces transformateurs à décalage ont, comme les transformateurs ordinaires, des bobines primaires et des bobines secondaires fixes; mais ils ont en outre une partie intermédiaire tournante, dont le mouvement est maintenu comme celui de l'armature d'un moteur asynchrone à courants alternatifs. On peut expliquer le principe de leur fonctionnement en considérant ce qui se passe dans un moteur à champ magnétique tournant, diphasé par exemple.

Dans ce cas l'appareil se compose de deux bobines à angle droit placées dans un circuit magnétique fermé à l'intérieur duquel se meut une cage d'écureuil : l'un des deux circuits est relié au courant alternatif simple : la rotation de l'induit fait naître un champ tournant et développe dans le second circuit secondaire un courant décalé d'un quart de période par rapport au premier.

En combinant le circuit secondaire d'un transformateur à décalage avec celui d'un transformateur ordinaire, on constitue un système diphasé à basse tension. Un même réseau primaire à simple courant alternatif à haute tension, peut ainsi, dans quelques régions, alimenter des réseaux secondaires à courants simples à basse tension pour l'éclairage, et, dans d'autres régions, alimenter des réseaux secondaires diphasés à basse tension pour la distribution de l'énergie à des moteurs électriques.

Tel est le principe du système dont les auteurs indiquent plusieurs variantes, suivant que l'on veut produire des courants diphasés ou triphasés. La caractéristique du système est l'emploi simultané de *deux* appareils de transformation distincts : l'un simple inerte et immobile, l'autre à partie tournante.

Sans vouloir porter atteinte à l'originalité du système préconisé par MM. Ferraris et Arnò, nous croyons devoir signaler une disposition qui nous paraît plus simple et plus ingénieuse signalée par nous, il y a deux ans, à propos des générateurs et transformateurs d'énergie électrique [1], et qui nous avait été indiquée par M. *A. Potier* lorsque nous eûmes l'occasion de lui soumettre notre travail, en lui signalant une lacune que comportait notre classification, au point de vue des appareils types illustrant chaque transformation.

Voici, au surplus, dans quels termes nous décrivions l'appareil inventé de toutes pièces par notre savant compatriote :

« Concevons un moteur à courants alternatifs simples à induit fermé sur lui-même tournant à sa vitesse angulaire normale. Cet induit développe dans l'inducteur un champ tournant avec la même fréquence. Si nous munissons l'inducteur d'un second enroulement régulièrement réparti sur toute la périphérie de cet inducteur, et que nous établissions trois dérivations à 120 degrés l'une de l'autre sur cet enroulement, nous pourrons recueillir des courants triphasés résultant de la transformation du courant alternatif simple qui provoque la rotation de l'induit et crée ainsi le champ tournant.

« La même disposition permet, par un simple changement d'attache des fils sur le circuit secondaire, de trans-

[1] *Société française de physique*, séance du 1er juin 1894. — *L'Industrie électrique* du 25 mai 1894, n° 58, p. 215.

former un courant alternatif simple en courants alternatifs diphasés. » On voit par cette description que l'appareil de M. Potier permet de recueillir à volonté, par une simple modification des attaches, des fils extérieurs sur le circuit secondaire, des courants alternatifs diphasés ou triphasés, à l'aide d'un seul transformateur, au lieu de deux nécessités par le système de MM. Ferraris et Arnò.

Comme application du système, les auteurs signalent, en premier lieu, l'emploi au démarrage rapide et sous charge des moteurs alternatifs simples asynchrones, un seul transformateur à décalage pouvant servir au démarrage de nombreux moteurs asynchrones, même de ceux placés à grande distance. Ils signalent également l'application à la traction électrique. En marche normale, la puissance électrique est fournie par deux fils de trolley sous forme de courant alternatif simple; les rails forment le troisième fil d'un système polyphasé utilisé seulement pour les démarrages.

Nous reviendrons plus en détail sur le système de distribution dont nous venons d'indiquer le principe lorsqu'il aura reçu la sensation de la pratique, mais il nous a paru intéressant de signaler dès à présent son originalité ainsi que la curieuse rencontre technique d'hommes également estimés tant au point de vue de la science qu'à celui du caractère. É. Hospitalier.

L'EXPOSITION DE LA SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

L'électricité est et sera longtemps encore à la mode. Tous ceux qui ont pénétré ou essayé de pénétrer dans les salons de la Société d'encouragement pour visiter l'Exposition d'Électricité appliquée aux usages domestiques et scientifiques organisée par la *Société internationale des Électriciens*, ont pu juger que l'empressement du public ne s'était pas ralenti depuis 1881, et qu'il y avait toujours foule pour suivre ses progrès et y applaudir. Le succès a été tel que l'Exposition, ouverte seulement les 2, 3 et 4 mai, de 2 heures de l'après-midi à 11 heures du soir, a dû être prolongée d'un jour à la demande générale.

Nous serions fort embarrassés de décrire par le menu les innombrables appareils exposés par nos principaux constructeurs et fabricants, tous membres de la Société, condition *sine quâ non* pour pouvoir disposer des salles et du courant gracieusement offert par le Secteur de la rive gauche. Les six secteurs de distribution d'énergie électrique de la ville de Paris, avaient organisé, avec le concours des Grands magasins de la place Clichy, de la Ménagère, du Familistère de Guise, de MM. Baguès, Barbas, Tassart et Balas, Beau et Bertrant-Taillet, Gagneau, Lebrun-Tardieux, Mildé, Soleau, Thierry et Cie, et M. Clémançon, un appartement composé d'un salon, d'une salle à manger, d'un cabinet de toilette et d'une cuisine complètement installés à l'électricité.

Nous avons surtout remarqué la collection d'ustensiles électro-culinaires présentés par la Ménagère et manœuvrés de main de maître par un Vatel électrique.

L'appareillage et la lustrerie électriques ont fait, depuis quelques années, des progrès rapides; tous nos constructeurs ont montré de jolis et élégants modèles, mais il faut mettre hors de pair les lustres et bronzes d'éclairage de M. E. Soleau : ses colliers de perles formées de lampes à incandescence sphérique de grosseurs décroissantes et montées en tension ont fait réellement sensation.

L'Exposition ne renfermait pas de curiosités électriques, sauf peut-être la première lampe à incandescence fabriquée en France et les inévitables rayons X présentés par MM. Ducretet et Lejeune, mais on y trouvait, par contre, un grand nombre d'appareils pratiques de nature à familiariser le public avec les applications, chaque jour plus nombreuses, de l'énergie électrique distribuée. Il est bien évident, par exemple, que les nombreux petits ventilateurs électriques disséminés dans la grande salle donneront l'idée d'en installer chez soi pour braver l'air et lutter ainsi contre les ardeurs de l'été; les secteurs y trouveront une meilleure utilisation de leur énergie de jour, peu importante il est vrai, mais qu'il ne faut pas mépriser. car les petits ruisseaux font les grandes rivières. Le moteur électrique introduit dans la maison pour actionner un ventilateur, servira demain à la machine à coudre, puis au moulin à café, puis à la brosse rotative à cirer les souliers, en attendant qu'il actionne les machines à cirer les parquets. Nous n'en sommes pas encore là, il est vrai, mais on y viendra peu à peu.

L'énumération de tous les appareils exposés serait fastidieuse et sans intérêt pour nos lecteurs : la plupart sont connus, et nous décrirons par la suite les quelques nouveautés que nous avons pu noter au cours de nos visites. Aussi bien, l'exposition organisée par la Société avait-elle pour but principal de répandre dans le public les avantages des applications domestiques et médicales de l'électricité, et non pas de révéler aux électriciens de grandes nouveautés techniques.

A ce point de vue spécial, le succès a dépassé toutes les espérances, et tout l'honneur en revient, d'une part à M. A. Potier, le président sortant, qui en a eu l'initiative, à son président actuel, M. Gaston Sciama, et à la Commission spéciale formée avec le concours du Syndicat professionnel des industries électriques. Des félicitations spéciales doivent être adressées à M. Clémançon, chargé de la décoration et de l'aménagement des salles, à M. Gaston Roux, secrétaire de la Commission, et à M. Eugène Sartiaux, chargé du catalogue. C'est grâce à l'activité véritablement dévorante de ces trois derniers que l'Exposition a été installée en moins de deux jours et complètement prête — exemple quasi unique — au moment de l'ouverture.

É. H.

NOTES DE VOYAGE EN ALLEMAGNE

Dans les notes qui suivent nous n'avons pas eu l'intention de donner une image complète de l'industrie électrique en Allemagne. Laissant de côté les généralités, nous nous sommes borné à quelques renseignements sur l'activité des principales Firmes de ce pays et nous avons insisté sur quelques points d'actualité : les appareils polyphasés, les tramways électriques, les monte-charges et ascenseurs commandés électriquement, etc.

SIEMENS ET HALSKE.

En octobre 1847, un jeune officier d'artillerie de la garnison de Berlin, Verner Siemens, fondait avec son ami le mécanicien Halske un petit atelier pour la construction d'appareils télégraphiques. Le capital d'entrée était modeste : 6000 thalers (environ 22500 fr) prêtés par un parent.

Verner Siemens, déjà auteur de quelques inventions en galvanoplastie et en télégraphie qui l'avaient fait remarquer par ses supérieurs, obtint bientôt plusieurs commandes pour le compte du gouvernement de Prusse. Le moment était propice, la télégraphie commençait à se développer sur une grande échelle et la concurrence était quasi nulle.

En 1849, la maison Siemens et Halske achevait la ligne Berlin-Francfort et celle de Cologne, qui comportait la traversée du Rhin au moyen d'un câble armé.

La réussite de ces premières lignes télégraphiques attira l'attention et la confiance sur la maison Siemens et Halske, et elle fut chargée de très importantes entreprises pour le gouvernement russe, aussi Verner Siemens abandonna le service militaire pour se consacrer entièrement à la direction de la Firme.

Tempérament extraordinairement doué, réunissant des qualités qui semblent devoir s'exclure, à la fois inventeur, homme de science et habile homme d'affaires, Siemens sut donner en quelques années une extension considérable à la maison Siemens et Halske, si bien que la création à Saint-Pétersbourg d'une succursale avec ateliers devint nécessaire (1852), et un peu plus tard il put, avec son frère Wilhelm, fonder une autre maison sœur à Londres.

Ce qui caractérisa la maison Siemens et Halske dès son origine et contribua puissamment à la rendre célèbre, provient certainement de l'impulsion scientifique que lui imprima son fondateur. Faire de bonnes affaires ne lui semblait pas la chose essentielle, faire de la science et frayer des voies nouvelles fut son programme. Aussi il est peu de branches de l'industrie électrique où Siemens n'ait attaché son nom et celui de sa maison.

Encore maintenant la maison Siemens et Halske affecte un budget considérable pour les recherches nouvelles et pour faire breveter des inventions ou des perfectionnements; ainsi, en 1894, elle s'est enrichie de plus de 40 brevets portant sur des branches très diverses de l'électrotechnique : électrochimie, application de l'électricité aux signaux de chemins de fer (Block-systeme), perfectionnements aux tramways électriques, aux moteurs à courant alternatif, à divers appareils de mesure, etc.

La maison Siemens et Halske comporte actuellement deux usines à Berlin, une à Vienne et une à Saint-Pétersbourg. La maison Siemens de Londres est indépendante depuis 1865. A cette époque, les firmes sœurs de Berlin et Londres avaient entrepris en commun la pose du câble sous-marin Carthagène-Oran pour le compte de la France. Le premier câble se rompit pendant la pose, le second de même, le troisième enfin réussit, mais les pertes étaient énormes. Halske, qui voyait avec déplaisir la participation de la maison berlinoise à des entreprises — alors si peu sûres — de poses de câbles sous-marins, demanda la séparation de la succursale de Londres.

Les ateliers de Berlin-Charlottenbourg fabriquent principalement les dynamos, moteurs et les câbles, tandis que l'usine de la Markgrafenstrasse construit les appareils de mesures, lampes, instruments de laboratoire, etc. Les ateliers de Charlottenbourg sont de vastes constructions en briques situées au bord d'un canal dérivé de la Sprée au moyen duquel le charbon nécessaire est amené à peu de frais. Une station centrale dans l'enceinte de la fabrique distribue l'énergie nécessaire pour l'éclairage et la force motrice. Dans quelques ateliers on a appliqué le principe d'un moteur à chaque outil ou machine — principe qui jusqu'à maintenant n'a pas été suivi, malgré quelques avantages incontestables.

Construction des dynamos. — Alternateurs et moteurs. — La maison Siemens et Halske paraît s'en tenir, pour les grandes dynamos à courant continu, à son type bien connu à pôles intérieurs et armature-collecteur.

Cependant les machines pour le tramway électrique Gesundbrunnen-Pankow comportent un collecteur distinct. La figure 1 montre la disposition adoptée pour les

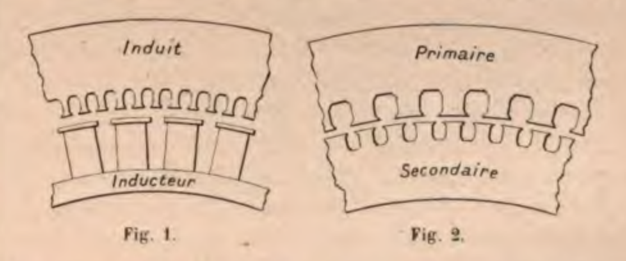


Fig. 1. Fig. 2.

alternateurs. M. Görges, l'un des ingénieurs en chef de la maison, réclame comme avantage principal de cette machine, le fait de pouvoir, sans nouveaux modèles, fabriquer des alternateurs de puissances différentes en prenant pour les inducteurs et l'armature un nombre plus ou moins considérable de tôles, la longueur seule des boulons d'assemblage étant variable.

Lors de notre visite, une quantité de moteurs triphasés étaient en construction. Leur fabrication est très simple.

La figure 2 montre la denture du primaire et du secondaire. Ce dernier porte un enroulement avec connexion en étoile; les trois circuits aboutissent à 3 bagues montées sur l'arbre du moteur.

Un électricien connu pour son aversion à l'égard du courant alternatif, assimilait un jour le moteur polyphasé à ... l'âne : « Quand il est chargé, il faut des coups de bâton pour qu'il parte, et une fois parti il faut encore des coups pour lui faire changer son allure et souvent ça ne réussit pas » ... Il faut avouer que pour l'instant le moteur à champ tournant se rapproche plus de l'âne que du cheval, cela malgré les nombreuses tentatives d'amélioration qui ont été faites depuis quelques années dans les diverses maisons qui fabriquent ce genre d'appareil.

La maison Siemens et Halske emploie principalement un rhéostat qui permet, par l'intermédiaire des bagues dont nous avons parlé plus haut, de modifier la résistance du secondaire. Il en résulte, comme on sait, une petite augmentation du couple de démarrage. La même maison a expérimenté et breveté deux autres dispositifs un peu plus compliqués : l'un consiste à avoir dans le secondaire deux enroulements indépendants pouvant être mis en parallèle ou en série; le deuxième procédé, imaginé pour le cas où deux moteurs triphasés sont appliqués à une voiture de tramways, consiste à alimenter l'un des moteurs par les courants secondaires de l'autre. On obtient ainsi une variation du couple moteur et de la vitesse.

Ascenseurs et monte-charge. — La maison Siemens et Halske a construit un grand nombre d'ascenseurs et monte-charges électriques pour divers ports et gares de chemins de fer. Dans la plupart, le moteur est à courant continu, une installation récente à la gare de Dresde comporte pourtant l'emploi de moteurs triphasés.

Deux choses caractérisent principalement les ascenseurs et monte-charges de cette maison : d'abord l'emploi de contacts en charbon pour le rhéostat de démarrage, puis le fait que ce dernier est automatiquement mis hors de circuit par un régulateur à force centrifuge recevant son mouvement du moteur par l'intermédiaire d'une courroie. La figure 3 montre la disposition employée. Sitôt que la vitesse du moteur entraînant l'ascenseur a atteint une certaine limite, la traverse *ab* descend et les cinq charbons supérieurs viennent successivement en contact avec les charbons inférieurs, mettant chaque fois en court-circuit une partie des résistances de démarrage. A vitesse normale du moteur, toutes les résistances sont en court-circuit. Dans le cas où le moteur viendrait à être calé ou simplement surchargé, les résistances sont automatiquement mises en circuit par le régulateur. L'armature du moteur est donc complètement protégée, ce qui n'est pas toujours le cas lorsqu'on compte seulement sur les plombs fusibles.

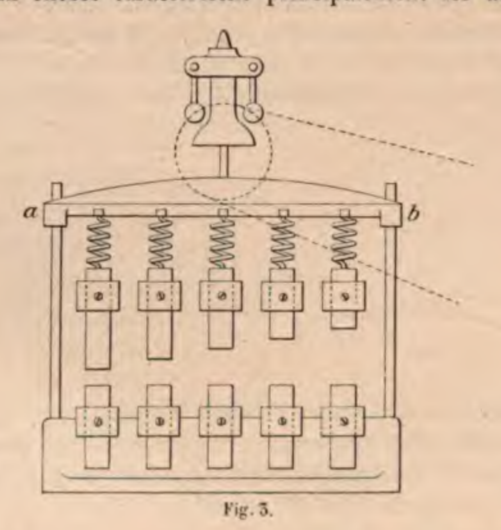


Fig. 3.

En ce qui concerne la transmission du mouvement du moteur au tambour à câble, la maison Siemens et Halske paraît préférer, ces dernières années, la transmission par vis sans fin et roue dentée.

Perforatrices électriques. — Dans le cas de perforatrice rotative la disposition est très simple, le moteur peut être directement couplé à l'outil, ou bien par l'intermédiaire d'un axe flexible analogue à celui employé pour les forets de dentistes. Dans le cas de perforatrice à percussion, il se présentait quelques difficultés pour l'obtention du brutal mouvement alternatif nécessaire à l'outil pour broyer la pierre. En 1879 Verner V. Siemens proposa l'emploi d'un solénoïde à trois bobines dont deux étaient alimentées par un courant alternatif et la troisième par un courant continu. L'appareil ne donna pas de résultats pratiques. En 1891 [1] un ingénieur de la maison Siemens et Halske eut l'idée d'appliquer un autre principe : transformation du mouvement de rotation du moteur électrique en un mouvement alternatif au moyen d'une manivelle. Celle-ci transmettait son impulsion à l'outil par l'intermédiaire d'un ressort à boudin. Dans les premiers appareils le moteur était directement fixé sur le bâti de la perforatrice et la manivelle calée sur le prolongement de l'axe de l'armature. Cette disposition était désavantageuse pour plusieurs raisons : elle rendait l'appareil peu maniable et obligeait à une vitesse très défavorable pour un petit moteur, soit 400 à 450 tours par minute, car l'expérience a montré que le nombre de coups de l'outil percuteur ne devait pas dépasser les

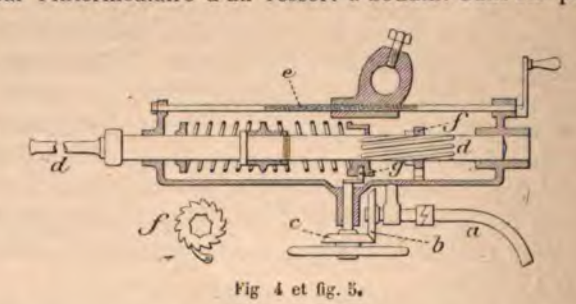


Fig 4 et fig. 5.

[1] Une perforatrice utilisant la même disposition avait déjà été employée et brevetée en 1889, par M. E.-A. Sperry, de Chicago.

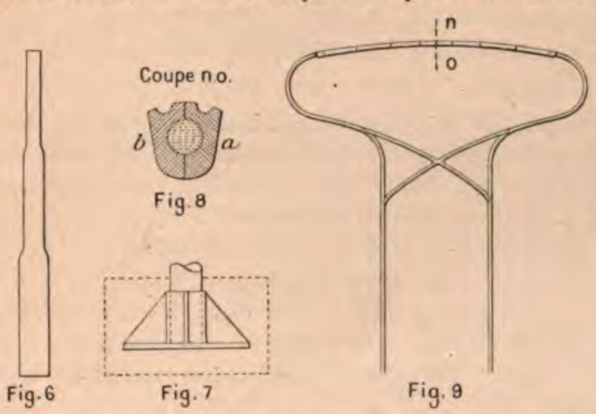
chiffres ci-dessus. Aussi on sépara le moteur de la perforatrice. Le mouvement du moteur, transformé par un engrenage, est transmis à la perforatrice par un axe flexible *a* (fig. 4) aboutissant à une roue dentée conique *b* engrenant sur une autre roue dentée *c* calée sur l'axe de la manivelle *g* qui produit le mouvement alternatif de l'outil *d*.

L'avancement de l'outil se fait au moyen de la vis *e*; sa rotation se produit automatiquement par un dispositif bien connu, l'écrou *f* étant disposé comme l'indique la figure 5.

Grâce à divers perfectionnements poursuivis pendant plusieurs années, l'appareil est devenu tout à fait pratique et est employé avec succès dans plusieurs mines d'Allemagne et d'Autriche.

La perforatrice Siemens et Halske permet de faire un trou de 80 à 90 mm de profondeur, 35 mm de diamètre en 1 minute dans de la pierre dure en employant un moteur de 1 cheval.

Tramways électriques. — Chacun sait la place que la maison Siemens et Halske occupe dans l'histoire de la traction électrique, aussi nous nous bornerons à donner quelques détails sur une installation toute récente et qui paraît être le commencement de la transformation des tramways à chevaux de Berlin en tramways électriques. Cette installation comprend une ligne d'environ 3,3 km reliant le quartier Gesundbrunnen à l'agglomération de Pankow. La voie est double et sur tout le parcours en palier; une seule courbe un peu importante mène à la station centrale située à mi-chemin des extrémités de la ligne. Le système employé est celui à conducteur aérien avec retour du courant par les rails. Les conducteurs aériens, un pour chaque voie, sont sou-



tenus par deux rangées de colonnes. Ces dernières sont en acier et obtenues sans soudure par le procédé Mannesmann, elles sont garnies aux extrémités et aux endroits où le diamètre change d'ornements en fonte; la base est prise dans un socle (fig. 6 et 7) également en fonte autour duquel on coule un bloc de béton d'environ 2 m³.

L'archet de prise de courant a reçu récemment quelques notables perfectionnements en vue de diminuer les frottements et l'usure du conducteur aérien. La partie frottante de l'archet a été munie d'une doublure en aluminium *ab* (fig. 8 et 9). Celle-ci porte deux encoches longitudinales destinées à recevoir de la graisse consistante. La figure 10 montre la base de l'archet; les ressorts *a* et *b* produisent l'application de l'archet contre le conducteur aérien tandis que les ressorts *c* donnent à tout l'ensemble une souplesse suffisante dans le sens vertical.

Il faut avouer que l'appareil de prise de courant de la maison Siemens et Halske manque d'élégance. En compensation le conducteur aérien peut être très simplifié; ainsi, dans l'installation qui nous occupe, le polygone formé par le conducteur aérien n'a que quatre côtés dans une courbe de faible rayon raccordant deux voies perpendiculaires l'une à l'autre.

Les fers à U supportant l'archet aboutissent à des supports de caoutchouc *d e*, les traverses *f* (fig. 10) sont

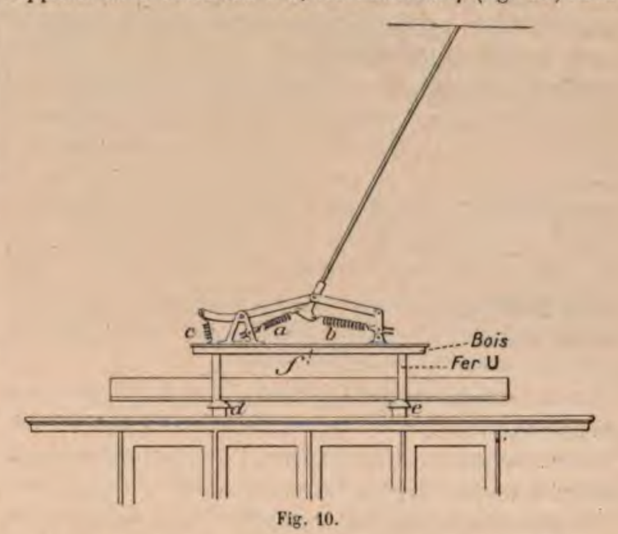


Fig. 10.

en bois, de sorte que l'archet est doublement isolé. Deux câbles partent de l'appareil de prise de courant : l'un se rend au moteur, l'autre au parafoudre qui est placé sur

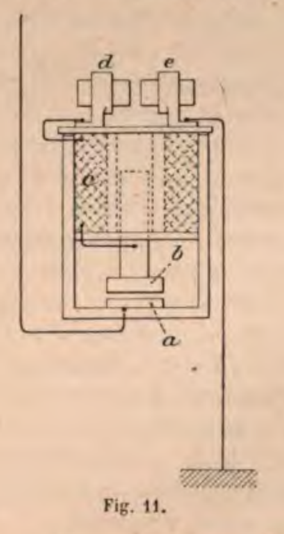


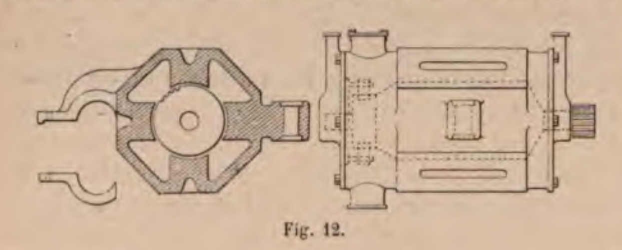
Fig. 11.

le toit de la voiture. Ce parafoudre est d'une disposition assez intéressante.

- Le courant de décharge arrive de l'archet à la pièce en laiton *a* (fig. 11), franchit l'espace *a* et *b*, excite la bobine *c*, parvient au charbon *d*, saute au charbon *e* et de là se rend à la terre. En même temps la bobine *c* étant excitée produit le soulèvement du cylindre de fer *b* et l'arc entre les pièces *a* et *b* est bientôt rompu. Ajoutons encore que la base de l'appareil est remplie d'huile.

Chaque voiture porte un moteur à quatre pôles, excité en série et d'une puissance normale de 25 chevaux. Le circuit magnétique du moteur est d'une seule pièce avec deux couvercles latéraux servant de palier pour l'axe de l'armature (fig. 12).

Le moteur ne possède pas de dispositif pour régler la vitesse, mais seulement un rhéostat de démarrage. Le mouvement du moteur est transmis par un engrenage à simple réduction à l'essieu de la voiture (rapport 1 : 5). La roue dentée de petit diamètre est en bronze et la caisse protectrice qui enveloppe l'engrenage est remplie d'huile jusqu'à la hauteur voulue. La vitesse normale de la voiture est de 17,5 km par heure.


Fig. 12.

La station centrale ne présente pas de dispositions particulières. Signalons qu'on n'a pas fait pénétrer le conducteur aérien jusque dans la remise. Pour faire sortir les voitures les employés sont obligés de s'y atteler.

La salle des machines comporte deux dynamos de 70 kilowatts, 500 volts à 8 pôles, excitées en dérivation et couplées directement à deux moteurs à vapeur. Les dynamos n'étant pas compoundées et le nombre des voitures simultanément en service étant très faible, il en résulte que la tension varie considérablement. En quelques instants nous avons observé des écarts de plus de 60 volts. On ne paraît pas y attacher d'importance.

La taxe est uniforme, pour tous les parcours : 10 pfennig. Le caissier-conducteur est supprimé et chacun met sa pièce de 10 pfennig dans une boite à parois de verre. L'accès de la voiture n'est possible que du côté où est le cocher, de sorte que ce dernier peut contrôler le payement et au besoin faire de la monnaie. Ce système ne témoigne pas d'une aussi grande confiance dans la probité du public que celui, analogue, employé aux tramways électriques de Zwickau, Erfurth et Chemnitz, où le contrôle fait totalement défaut. Disons en terminant qu'on ne peut guère considérer l'installation de cette ligne courte et à faible trafic comme le *nec plus ultra* des tramways Siemens et Halske. Il semble qu'on a cherché surtout l'économie et la simplicité.

(*A suivre.*) P. Busset.

MESURE DE LA PUISSANCE

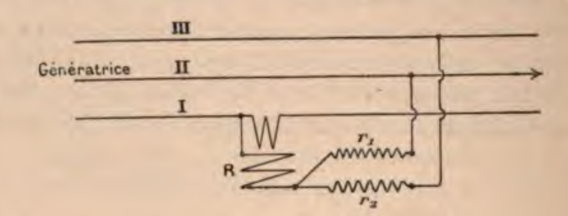
DES COURANTS TRIPHASÉS

Nous lisons dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 19 mars 1896 une note de M. le Dr Behn-Eschenburg, dans laquelle il indique une méthode très simple pour mesurer la puissance transmise par les trois conducteurs d'une ligne triphasée.

Chacun sait en effet que, lorsqu'on est éloigné du point neutre, ou que ce dernier n'est pas accessible ou n'existe pas (enroulements en triangle) et que la charge n'est pas égale dans les trois branches, la mesure de la puissance à l'aide d'un wattmètre ordinaire peut présenter quelques difficultés surtout si le fil compensateur n'existe pas.

Il y a cependant un moyen d'arriver rapidement au résultat en se servant d'un wattmètre ordinaire de Siemens ou de Ganz et Cie, ou même, ce qui est plus pratique encore, d'un électro-dynamomètre de Siemens branché en watt-mètre.

Il est cependant nécessaire que la résistance *R* de la bobine de l'appareil qui est en dérivation, soit petite par rapport à celle, non inductive, que l'on doit placer en série avec elle. On se sert de deux résistances auxiliaires r_1 et r_2 égales placées en dérivation sur la bobine mobile et reliées à deux conducteurs principaux différents, l'autre extrémité de la bobine étant branchée sur le troisième conducteur principal, comme le montre la figure ci-dessus. Le courant qui circule dans ce troisième conducteur traverse la bobine fixe du watt-mètre.



Les effets de cette combinaison sont les suivants :

Le courant qui traverse la bobine mobile est égal à la somme des courants qui traversent les résistances r_1 et r_2, courants qui sont proportionnels et en phase avec la différence de potentiel entre leurs conducteurs respectifs.

L'indication du wattmètre donne donc directement la mesure de la puissance totale des courants triphasés, bien que la charge des branches soit inégale. Dans cette méthode, on remplace par l'effet total les effets séparés de deux bobines en dérivation qui pourraient être déterminés successivement par deux mesures différentes suivant l'ancienne méthode, en se servant d'abord de l'une des dérivations, puis de l'autre. C. B.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 20 avril 1896.

Sur la diffraction des rayons de Röntgen. — Note de MM. L. Calmette et G.-T. Lhuillier, présentée par M. Sarrau. (*Extrait.*) — Si l'on rapproche les résultats obtenus par les auteurs de ceux que l'on obtient avec la lumière dans les mêmes conditions, fente relativement large et intensité faible, il semble difficile de ne pas les attribuer à la diffraction des rayons Röntgen.

Les épreuves obtenues dans ces expériences, que nous nous proposons de poursuivre, sont encore trop peu nettes pour que nous puissions songer à mesurer la longueur d'onde moyenne avec quelque précision. Mais nous sommes, cependant, portés à croire que cette longueur d'onde est supérieure à celles des rayons lumineux.

Observations sur une Communication de MM. Benoist et Hurmuzescu. — Note de M. Auguste Righi, présentée par M. Mascart. — Note d'un caractère essentiellement théorique. Voir aux *Comptes rendus*.

Photographie à l'intérieur du tube de Crookes. — Note de M. G. de Metz, présentée par M. Poincaré. — J'ai l'honneur de présenter à l'examen de l'Académie deux photographies que j'ai obtenues à l'intérieur du tube de Crookes, dans un petit châssis en caoutchouc durci. Ce châssis contenait quatre feuilles de papier Lumière et deux feuilles de la pellicule Schleussner, les deux au bromure d'argent, et il était fermé tantôt par une plaque d'aluminium (0,33 mm), tantôt par une pièce en carton (0,86 mm). Au-dessus des couches sensibles, mais sous le couvercle, se trouvait une croix en cuivre rouge; dans la première expérience, une moitié de la croix a été couverte par une plaque en platine (0,32 mm), mais dans l'autre, on a laissé la croix libre et l'on a mis au fond du châssis, au-dessous des couches sensibles, une rondelle en zinc. Le tube de Crookes avait une forme cylindrique et se composait de deux moitiés, qui s'adaptaient par des parties rodées à l'émeri. Ce tube portait dans une moitié l'anode en forme d'un grand anneau et la cathode en forme d'un miroir sphérique tandis que l'autre moitié ne contenait que le châssis (29 mm. de diamètre sur 11 mm. de hauteur), exposé directement à l'influence des rayons cathodiques.

Pendant mon travail, je restais en relation avec la trompe à mercure de Sprengel, en poussant le degré du vide jusqu'à obtenir la fluorescence verte des parois en verre. Les décharges de la bobine de Ruhmkorff ont été de courte durée, depuis trente secondes jusqu'à deux ou trois minutes, parce que le tube se remplissait vite d'une lueur blanchâtre, et alors la fluorescence s'affaiblissait et même disparaissait, mais il suffisait de faire passer quelques gouttes de mercure dans la trompe pour pouvoir recommencer la décharge.

J'ai obtenu ainsi douze photographies. Il paraît que les rayons cathodiques, à l'intérieur du tube de Crookes, ont une des propriétés des rayons de M. Röntgen, car, en effet, ils pénètrent l'aluminium, le carton, le papier sensible, la pellicule, mais ils sont arrêtés par le platine (0,32 mm.), le cuivre rouge (1,26 mm).

Nous nous proposons de continuer ces études, et, peut-être, en les poursuivant, parviendrons-nous à démêler ces deux espèces de rayons.

Observations au sujet de la Communication de M. de Metz; par M. Poincaré. — Les photographies présentées par M. de Metz ne semblent pas démontrer d'une façon irréfutable que les rayons cathodiques jouissent des propriétés essentielles des rayons Röntgen. Les rayons cathodiques, en frappant le platine on l'aluminium qui recouvrent les plaques sensibles de M. de Metz, doivent provoquer l'émission de rayons X qui traversent *ensuite* les plaques métalliques.

Sur la compensation des forces directrices et la sensibilité du galvanomètre à cadre mobile [1]. — Note de M. H. Abraham, présentée par M. Mascart. — I. La sensibilité effective d'un galvanomètre à cadre mobile dépend de trois éléments : le champ magnétique, le cadre mobile et la suspension élastique.

On augmente cette sensibilité effective :

1° En augment l'intensité du champ [2];

2° En diminuant les dimensions du cadre mobile;

3° En diminuant le couple directeur dû à la suspension élastique.

L'emploi d'un électro-aimant puissant et d'un cadre sans noyau de fer, dont le moment d'inertie est égal à celui du miroir, donne, en effet, au galvanomètre à cadre mobile une constante de sensibilité *que n'ont jamais dépassée les galvanomètres à aimants mobiles.*

Mais pour obtenir effectivement cette sensibilité il faut réduire, dans une grande proportion, le couple directeur.

On ne peut diminuer indéfiniment l'épaisseur du ressort de suspension; on est donc conduit à en compenser le couple directeur.

II. En général, pour compenser un couple, on lui en adjoint un autre dont l'action directrice est soustractive. Cela veut dire que, si l'on vient à éloigner l'équipage mobile de sa position d'équilibre, le couple auxiliaire doit tendre à l'en éloigner davantage, alors que le couple primitif tendait à l'en rapprocher. En d'autres termes, le

[1] Travail fait au laboratoire de physique de l'École normale.

[2] Le magnétisme des fils de cuivre du commerce devient bientôt gênant.

nouveau système de forces, s'il existait seul, produirait un état d'équilibre, mais d'équilibre instable et dont l'instabilité doit être inférieure, mais à peine, à la stabilité de l'équilibre primitif.

Dans le cas particulier du galvanomètre, on peut compenser la torsion du fil à l'aide du poids du cadre.

III. Pour cela, on porte le centre de gravité du cadre un peu en avant de son axe de rotation, soit par construction, soit à l'aide d'une surcharge quand on veut tirer parti d'un instrument déjà construit. On penche ensuite le galvanomètre en arrière [1] et l'on voit les oscillations de l'équipage mobile se faire de plus en plus lentement à mesure que la compensation se produit. Si l'on dépassait la compensation complète, l'équilibre deviendrait instable.

Comme application de ces remarques, M. Carpentier a bien voulu construire une petite masse que l'on peut fixer en avant et contre le cadre du galvanomètre Deprez-d'Arsonval. En réglant l'inclinaison du galvanomètre au moyen de vis calantes, on fait passer la durée d'oscillation d'une à dix secondes. La sensibilité effective est alors centuplée et atteint celle que pourrait donner un galvanomètre Thomson d'égale résistance.

Influence des courants induits sur l'orientation des bactéries vivantes. — Note de M. L. Lortet, présentée par M. A. Chauveau. (*Extrait.*) — Les bactéries vivantes, se présentant sous la forme de bacilles mobiles, sont très sensibles à l'influence des courants induits et s'orientent immédiatement dans le sens du courant. Dès qu'un liquide antiseptique les a immobilisées, ou fait périr, l'influence de l'électricité devient nulle.

(Suit le détail des expériences.)

Il semble permis de conclure de ces expériences, déjà nombreuses, que les bactéries vivantes sont les seuls êtres organisés qui jouissent de la propriété de s'orienter sous l'influence des courants induits. Cette propriété n'est point physique seulement, mais bien en rapport direct avec la vitalité de leur protoplasma.

Séance du 27 avril 1896.

Mode d'action des rayons X sur la plaque photographique. — Note de M. R. Colson. (*Extrait.*) — Je me suis proposé de chercher si les rayons X impressionnent la plaque photographique directement ou par l'intermédiaire d'une transformation due au support ou à la couche sensible elle-même; pour abréger, je comprendrai tous les effets de phosphorescence et de fluorescence, visibles ou non, dans l'expression générale de radiations secondaires. (Suit le détail des expériences.)

Conclusions. — Ce sont bien les rayons X qui agissent et impressionnent *directement* le gélatino-bromure sur verre. Le papier au gélatino-bromure a donné le même résultat.

[1] Les galvanomètres horizontaux se rattachent au même principe.

Sur l'hétérogénéité des radiations émises par les tubes de Crookes et sur leur transformation par les écrans. — Note de M. F.-P. Le Roux, présentée par M. Becquerel. (*Extrait.*) — .... Les impressions photographiques produites par les tubes de Crookes ont, suivant moi, deux causes principales, les radiations émises par la surface de telle ou telle des électrodes et celles provenant de la paroi de l'enveloppe rendue phosphorescente. Si l'on suit historiquement l'évolution du mouvement scientifique sur ce sujet, on reconnaît que tout d'abord on rechercha les ampoules dans lesquelles la surface du verre est très lumineuse, et qu'on s'ingénia à développer cette manifestation du rayonnement cathodique. Puis, un autre courant d'idées s'établit empiriquement, l'importance de la phosphorescence de la paroi se trouve amoindrie, et quand on analyse le détail de la construction des ampoules qui ont conquis la faveur des opérateurs, on voit que la surface cathodique y prend la prépondérance....

Au point de vue pratique, on peut tirer des observations que je viens de signaler cette conclusion que, dans les effets radiographiques que l'on demande le plus souvent aux tubes de Crookes, les radiations émanées des électrodes et celles émanées des enveloppes ont des actions généralement antagonistes, les secondes venant apporter de l'impression dans les ombres données par les premières.

Qu'il me soit permis d'ajouter que, en présence de toutes ces manifestations de la transformation des radiations et en raison de leur évidente multiplicité, il semble qu'il serait temps de renoncer à une dénomination aussi vague que celle de *rayons* X; et, en attendant qu'on puisse définir chaque radiation par sa longueur d'onde, on pourrait peut-être retenir dans le nom de l'espèce sa propriété la plus caractéristique qui est de traverser très facilement les substances relativement opaques pour les rayons lumineux proprement dits; je proposerais donc de les dénommer *radiations hyperdiabatiques.*

Action des rayons X sur les corps électrisés. — Note de MM. L. Benoist et D. Hurmuzescu, présentée par M. Lippmann. — Après avoir étudié, selon notre Communication du 30 mars, l'influence spécifique du corps électrisé sur la vitesse de déperdition de son électricité par les rayons X, nous avons étudié celle du diélectrique gazeux dans lequel ce corps est plongé. Les résultats de cette étude sont exposés, avec quelques autres, dans un pli cacheté déposé sur le Bureau de l'Académie, sous le n° 5205, le 20 avril dernier.

Pour cette étude, nous avons ajouté à notre électroscope à feuilles d'or une boîte métallique pouvant tenir le vide, et dans laquelle se trouve, isolé par un bouchon de diélectrine, un disque de laiton communiquant avec les feuilles d'or. Les rayons X viennent frapper ce disque en traversant une fenêtre parallèle fermée par une plaque mince d'aluminium.

Une première série d'expériences nous a montré que la vitesse de dissipation de l'électricité augmente quand la

densité du gaz augmente, diminue quand cette densité diminue. Elle est plus grande dans l'air comprimé que dans l'air ordinaire; elle est moindre, au contraire, dans l'air raréfié. Elle est moindre dans l'hydrogène que dans l'air; plus grande dans l'acide carbonique, plus grande encore dans l'acide sulfureux.

Le sens du phénomène ainsi établi, nous avons obtenu la loi numérique par une série de mesures donnant, soit dans l'air à différentes pressions, soit dans des gaz différents à la même pression, le temps de chute des feuilles à partir du même angle initial jusqu'au même angle final.

Cette loi est la suivante :

La vitesse de dissipation de l'électricité par les rayons X, pour un même corps électrisé dans les mêmes conditions, varie proportionnellement à la racine carrée de la densité du gaz où il est plongé.

En résumé, la dissipation de l'électricité par les rayons X dépend à la fois de la nature du corps électrisé, intervenant par une sorte de pouvoir absorbant lié à son opacité, et de la nature du gaz environnant, mais n'intervenant que par sa masse spécifique, ou quand on passe d'un gaz à un autre, par sa masse moléculaire.

Nous croyons donc devoir chercher l'explication de cette dissipation, non dans l'hypothèse d'une absorption de l'énergie radiante par les molécules du diélectrique gazeux se dissociant en ions libres, mais dans celle d'une absorption de cette énergie par le corps électrisé lui-même, expulsant, grâce à elle, les molécules gazeuses condensées à sa surface ou même occluses jusqu'à une certaine profondeur. Et, en effet, nous avons observé, au cours de nos expériences, certains indices directs [1] de ces derniers phénomènes. Nous espérons pouvoir prochainement faire connaître les résultats de l'étude que nous en poursuivons, et arriver à expliquer aisément, par notre hypothèse, un certain nombre de propriétés, singulières en apparence, observées dans les rayons X par plusieurs auteurs. Il nous semble que l'on pourrait, par exemple, attribuer à ce départ de molécules gazeuses électrisées, provoqué par les rayons X quand ils frappent une plaque métallique électrisée préalablement, les phénomènes d'électrisation apparente de ces rayons, signalés par M. Lafay, et aussi les actions singulières observées par M. Piltschikoff dans le cas de couches électrisées multiples [2].

Sur les rayons de Röntgen électrisés; note de M. A. Lafay, présentée par M. A. Cornu. — Dans la dernière note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai donné la description sommaire d'une expérience qui m'a permis de recueillir l'électricité transportée par les rayons de Röntgen électrisés.

En répétant cette expérience dans des conditions variées, et en substituant à l'électroscope un électromètre de M. Mascart, je suis parvenu à quelques résultats que je vais exposer.

Considérons un faisceau de rayons de Röntgen qui, après avoir traversé une membrane conductrice, pénètre, par une ouverture convenable, dans une enceinte de Faraday en plomb épais, à l'intérieur de laquelle se trouve un écran métallique convenablement isolé et relié à l'électromètre.

Lorsqu'on met la membrane conductrice en communication avec une source d'électricité positive ou négative, on constate que de l'électricité de même nom se développe sur l'écran conducteur contre lequel viennent frapper les rayons; la charge de ce conducteur, rapide au début, atteint assez vite une valeur limite plus ou moins élevée suivant sa forme et sa nature. Si, à ce moment, on met la membrane conductrice en communication avec la terre, l'électricité suit une marche inverse et l'écran se décharge jusqu'au potentiel zéro, comme l'ont observé MM. Benoist et Hurmuzescu.

Tout se passe comme si la membrane électrisante et l'écran étaient reliés par un fil très résistant et mal isolé; je suis, en effet, parvenu à reproduire les mêmes phénomènes, sans tube de Crookes, en mettant en communication l'écran et la membrane par un fil de coton le long duquel j'avais établi des dérivations qui aboutissaient à la terre.

Pour étudier la manière dont s'électrisent les rayons, j'ai examiné l'action d'un grand nombre de membranes électrisantes, constituées par des feuilles métalliques différentes superposées en nombre variable, ou par des feuilles de papier et de gélatine imbibées avec un liquide conducteur. Ces essais m'ont montré que, tant pour la charge que pour la décharge de l'écran conducteur, *le transport de l'électricité est d'autant plus rapide que la membrane est plus transparente*.

La difficulté de réaliser, avec des substances différentes, des membranes rigoureusement équivalentes comme transparence ne m'a pas encore permis de voir s'il existe ou non une action spécifique due à la nature des corps constituants.

Au cours de cette étude, j'ai constaté qu'en supprimant la membrane électrisante placée sur le trajet des rayons, l'électromètre révélait cependant, en général, une légère charge positive de l'écran conducteur; les rayons ordinairement émis par le tube de Crookes sont donc, en réalité, des rayons de Röntgen positifs; mais l'électrisation qu'ils sont susceptibles de communiquer à l'écran qui les intercepte est environ vingt à trente fois plus faible que celle obtenue en employant les rayons électrisés, qui m'ont donné une déviation magnétique sensible.

Ce résultat m'a naturellement conduit à me demander pour quelles raisons les physiciens qui ont tenté de dévier les rayons de Röntgen avec des champs magnétiques

(1) Par exemple, pendant la charge de l'électroscope, la plaque de cuivre étant dans l'air à une certaine pression plus ou moins faible, lorsqu'on atteint le potentiel explosif correspondant à cette pression, la chute des feuilles d'or est précédée d'une période de quelques secondes, d'un équilibre instable, correspondant sans doute à une modification dans la couche gazeuse condensée. De même, quand la même pression est établie depuis assez longtemps, le potentiel limite s'élève.

(2) Laboratoire des recherches physiques, à la Sorbonne, 27 avril 1896.

beaucoup plus intenses que celui dont j'ai fait usage, ont échoué dans leurs recherches, alors qu'en réalité ils avaient affaire à des rayons électrisés et par suite déviables.

Pour expliquer ce fait, il est bon de remarquer que si, comme l'expérience me l'a montré, le flux de Röntgen est assimilable à un mauvais conducteur mal isolé, il doit perdre rapidement son électrisation dans l'air et n'être presque plus électrisé au moment où il traverse le champ magnétique, pour peu que le tube de Crookes soit éloigné de ce dernier. De plus, j'ai eu l'occasion de vérifier que l'électrisation des rayons ne demeure pas constante pendant un fonctionnement prolongé du tube, de telle sorte que l'artifice qui consiste à éloigner la plaque photographique pour accentuer les déviations, conduit, par suite de la durée de pose nécessairement plus grande, à une autre cause d'insuccès [1].

Après avoir étudié l'action de la membrane électrisante, j'ai recherché l'influence que pouvait avoir la nature du métal de l'écran conducteur sur la marche du phénomène; on sait que MM. Benoist et Hurmuzescu ont découvert que, dans ce cas, la décharge produite est plus rapide avec les métaux les plus denses; j'ai constaté qu'en général *les corps qui donnent la décharge la plus prompte sont ceux qui se chargent le plus vite sous l'action des rayons électrisés*.

Lorsque l'écran est constitué par une feuille métallique mince, on constate une charge plus lente et une décharge plus rapide qu'avec une lame plus épaisse de même métal; mais il faut observer que, dans ce cas, les rayons traversent l'écran et créent une dérivation en jouant le rôle de fils conducteurs tendus entre la partie postérieure de la feuille mince et la paroi opposée de l'enceinte de Faraday. En employant différents dispositifs capables d'empêcher la production de cette dérivation, je n'ai plus observé que des différences beaucoup moins sensibles entre la charge et la décharge d'un même métal pris sous des épaisseurs différentes.

La transparence plus ou moins grande des écrans est donc susceptible de troubler la marche normale des phénomènes; les expériences suivantes ont attiré mon attention sur une autre cause de déperdition.

En plaçant un écran circulaire de même diamètre que le faisceau cylindrique des rayons, d'abord normal, puis incliné sur l'axe du faisceau, j'ai remarqué que dans la première position la décharge était plus lente et la charge plus rapide que dans la deuxième.

Pour expliquer ce fait, il était naturel de penser que les radiations non interceptées par suite même de l'inclinaison de l'écran jouaient le rôle de conducteurs parasites et permettaient la déperdition par la paroi postérieure de l'enceinte; cette explication est cependant insuffisante; en effet, en substituant à l'écran circulaire un écran elliptique représentant la projection du disque incliné à 45°, la décharge s'est trouvée sensiblement plus lente; j'ai été ainsi conduit à attribuer la déperdition, au moins en partie, à la réflexion diffuse des rayons sur la surface de l'écran.

On sait que MM. Batelli et Garbasso ont déjà étudié par une méthode photographique la réflexion diffuse des rayon de Röntgen: j'ai cependant cru bon de m'assurer de ce fait de la façon suivante.

Après avoir disposé le tube de Crookes sur le côté de l'enceinte de Faraday, de manière que les rayons ne puissent pas pénétrer directement par l'ouverture qui y est pratiquée, j'ai observé qu'en plaçant devant cette ouverture une lame métallique exposée aux rayons et convenablement inclinée, il était possible de décharger l'écran électrisé.

On voit par ce qui précède que l'étude du phénomène de la décharge et de la charge des conducteurs par les rayons de Röntgen présente des causes d'erreur qu'il est bien difficile d'éviter d'une façon absolue, et l'on conçoit en particulier que la charge ne puisse pas dépasser une valeur limite qui dépend de la forme du conducteur, de sa nature et de sa position à l'intérieur de l'enceinte protectrice.

[1] Il est même possible que certains tubes fournissent des rayons négatifs; ce fait expliquerait peut-être la charge négative de l'électroscope observée par certains expérimentateurs.

BIBLIOGRAPHIE

Les rayons X et la photographie à travers les corps opaques, par Ch.-Éd. Guillaume, 1 vol. in-8°, de 128 p. avec 21 fig. et 5 pl., hors texte. Paris, *Gauthier-Villars*.

Nous aurions voulu présenter à nos lecteurs ce coquet volume, où notre ami Guillaume a consigné, sous une forme aimable, l'histoire ancienne et récente des rayons X; mais on nous dit que nous arrivons trop tard, au moins pour la vente, l'ouvrage étant introuvable depuis une bonne quinzaine. En veut-on un meilleur éloge? La seconde édition paraît en ce moment; on la dit plus complètement documentée encore et bondée de détails pratiques. Nous comptons y revenir très prochainement, à moins qu'elle aussi ne disparaisse avant que nous ayons pu la croquer au vol. Bonne chance tout de même!

É. H.

Création et direction des usines, au point de vue administratif, par Aurientis et Follin. — *Bernard et Cie*, éditeurs. Paris, 1896.

Les exemples fournis en matière électrique par divers *vade mecum*, tels que les *Recettes de l'Électricien*, de É. Hospitalier, le *Contrôle des installations électriques*, de M. Monmerqué, etc., etc., ont donné aux auteurs l'idée de réunir en un petit volume toute la série des dispositions extérieures et intérieures qui peuvent régir l'installation

et l'exploitation des usines en général et constituent une annexe indispensable aux connaissances techniques des créateurs ou chefs d'industries, non pour les dégoûter de leur profession, mais pour leur édification. Lois, décrets, arrêtés, ordonnances et règlements d'ordre public, d'une part, et, d'autre part, instructions relatives au fonctionnement de l'usine et aux relations entre le chef et ses ouvriers : règlements spéciaux, payes, comptes, litiges, sociétés de secours mutuels, caisses de retraites, etc., forment ensemble un tout bien présenté. En traçant ainsi à chacun ses devoirs et ses droits (nous inversons intentionnellement les deux termes de la formule générale, estimant que, dans toute société, les premiers doivent primer les seconds, et l'intérêt général avoir le pas sur l'intérêt privé), ce petit livre peut rendre, par sa seule condensation et la direction qu'il donne dans un dédale inextricable de conceptions juridiques, d'utiles services.

Malheureusement, au train dont vont aujourd'hui les choses, il faut se presser, sous peine de se trouver le lendemain en retard sur ce qu'on a écrit la veille. C'est ainsi que, en ce qui touche notre industrie, la seule page qui lui est ici consacrée est un résumé succinct des dispositions du décret du 15 mai 1888, abrogé par la loi du 25 juin 1895. Aussi, tout en remerciant les auteurs de leur bonne intention, n'avons-nous pas à nous appesantir davantage sur les considérations spéciales aux installations électriques. Nous rentrons dans le rang et prenons dans leur opuscule ce qui est bon pour tous.

E. Boistel.

Elektro-metallurgie, par le Dr W. Borchers. — *Harald Bruhn*, éditeur, Brunswick, 1895-1896.

La prochaine traduction française de ce remarquable ouvrage, actuellement en préparation, nous dispense de nous étendre longuement aujourd'hui sur son contenu. Nous le ferons plus utilement le jour où, en présence d'un livre facilement accessible à nos lecteurs, nous serons heureux de le signaler à leur attention. Il aura d'ailleurs le mérite de paraître tout entier en une seule fois, au lieu des deux fascicules qui, dans l'édition allemande, se sont fait attendre à un an d'intervalle, nous empêchant ainsi de parler du commencement, resté en suspens, sans en connaître la fin.

Le nom seul de l'auteur, sa haute compétence en la matière, sa participation bien connue aux publications « Zeitschrift für Elektrochemie » et « Jahrbuch der Elektrochemie », en collaboration avec ses non moins distingués confrères le Dr W. Ostwald et le Dr W. Nernst, sont de sûrs garants de l'accueil qui lui est réservé.

Il ne s'agit pas d'ailleurs d'une première édition ; mais, alors que celle-ci, datée de 1891 et malheureusement peu connue chez nous, comme tous les travaux étrangers, prenait cette vaste branche de la science industrielle en quelque sorte à ses débuts et n'était guère encore qu'une plaquette, les immenses progrès réalisés depuis ont permis de donner à la nouvelle édition, entièrement refaite et complétée, toute l'importance d'un véritable volume copieusement nourri. Aussi, le sous-titre de la sœur aînée conservé ici : « Obtention des métaux par le courant électrique », nous paraît-il constituer un petit anachronisme. Si tel était bien, en effet, l'objectif de la première conception, cette question étant réellement alors à peu près seule à l'ordre du jour, les limites de l'électro-métallurgie se sont considérablement élargies depuis, et, pour n'en citer qu'un exemple tout à fait typique, la production du carbure de calcium amplement traitée met en défaut cette sommaire indication de son contenu actuel. Nous préférons néanmoins cette annonce par défaut à l'attraction inverse ; elle réserve au lecteur d'agréables surprises sur la foi desquelles nous lui disons : à bientôt.

E. Boistel.

Erratum. — Dans notre précédente bibliographie, page 191, colonne de gauche, ligne 14 du bas, *au lieu de* « ne soit la vraie », *lire* « soit la vraie. » E. B.

DOCUMENTS OFFICIELS

LES UNITÉS ÉLECTRIQUES INTERNATIONALES

RAPPORT ADRESSÉ AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE PAR LE MINISTRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE, DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES, SUIVI D'UN DÉCRET RENDANT OBLIGATOIRE LE SYSTÈME INTERNATIONAL D'UNITÉS ÉLECTRIQUES DANS TOUS LES MARCHÉS ET CONTRATS PASSÉS POUR LE COMPTE DE L'ÉTAT, DANS TOUTES LES COMMUNICATIONS FAITES AUX SERVICES PUBLICS ET DANS LES CAHIERS DES CHARGES DRESSÉS PAR EUX.

RAPPORT

AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Monsieur le Président,

Le congrès qui a suivi l'exposition internationale d'électricité de 1881 avait adopté et recommandé pour les besoins usuels un système rationnel et simple d'unités électriques, établi sur les bases étudiées par l'Association britannique.

Pour compléter son œuvre, il était nécessaire de fixer la valeur des unités fondamentales. Une conférence internationale, qui se réunit à Paris en 1882 et en 1884 sur l'initiative du gouvernement de la République, fut chargée de cette mission. Les valeurs choisies étant considérées par la conférence elle-même comme provisoires, leur définition ne fut acceptée que pour une durée de dix années.

Durant cette période nouvelle, les recherches ont continué ; l'état de la science permet aujourd'hui de fixer les

unités avec une plus grande précision, et les échanges d'idées qui ont eu lieu à la suite des grandes expositions de Paris en 1889 et de Chicago en 1893 ont montré que les savants de tous les pays se trouvaient d'accord pour les définitions à adopter.

Le moment avait semblé favorable pour établir à ce sujet une entente internationale; mais certaines puissances, n'attendant pas qu'une décision ait été prise en commun, ont cru devoir donner à ces nouvelles unités le caractère légal et obligatoire dans l'étendue de leur territoire.

Sans renoncer à poursuivre les négociations, sans consacrer immédiatement par une loi les nouvelles définitions, il serait d'un grand intérêt de rendre désormais obligatoire, tout au moins pour les services publics et dans les transactions qui les intéressent, l'emploi des unités acceptées pratiquement par tous les grands États.

Tel est le but du décret que j'ai l'honneur de soumettre à votre haute approbation et dont les termes ont été étudiés par une commission spéciale.

Ce décret, qui ne ferait que régulariser l'application d'un système entré dans l'usage, aurait pour résultat de prévenir toute divergence entre les divers services publics, sans leur apporter aucune gêne. Il présenterait en outre l'avantage d'imposer en fait ce système à la plupart des transactions privées, d'en répandre l'usage, et faciliterait ainsi indirectement la conclusion d'un accord international unanimement désiré.

Les articles 2, 3 et 4 définissent seulement les unités fondamentales de résistance, d'intensité et de force électromotrice.

Le rapport ci-annexé de la commission contient tous les détails nécessaires pour réaliser dans de bonnes conditions les étalons pratiques des unités d'intensité et de force électromotrice. Les autres unités qui se déduisent aisément des unités fondamentales sont indiquées dans le même rapport.

Le système ainsi défini est désigné, en raison même de l'espoir très justifié de le voir universellement adopté, sous le nom de « système international » qui le différencie complètement des autres.

Je vous prie d'agréer, monsieur le Président, l'hommage de mon respectueux dévouement.

Le Ministre du commerce, de l'industrie,
des postes et des télégraphes,
G. Mesureur.

DÉCRET

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes,

Décrète :

Article premier. — Dans tous les marchés et contrats passés pour le compte de l'État, dans toutes les communications faites aux services publics et dans les cahiers des charges dressés par eux, le système international d'unités électriques, tel qu'il est défini ci-après, sera seul et obligatoirement employé.

Art. 2. — L'unité électrique de résistance, ou *ohm*, est la résistance offerte à un courant invariable par une colonne de mercure à la température de la glace fondante, ayant une masse de 14,4521 grammes, une section constante et une longueur de 106,3 centimètres.

Art. 3. — L'unité électrique d'intensité, ou *ampère*, est le dixième de l'unité électromagnétique de courant. Elle est suffisamment représentée pour les besoins de la pratique par le courant invariable qui dépose en une seconde 0,001118 grammes d'argent.

Art. 4. — L'unité de force électromotrice, ou *volt*, est la force électromotrice qui soutient le courant d'un ampère dans un conducteur dont la résistance est un ohm. Elle est suffisamment représentée pour les besoins de la pratique par les 0,6974 ou $\frac{1000}{1434}$ de la force électromotrice d'un élément Latimer Clark.

Art. 5. — Le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des lois* et au *Journal officiel*.

Fait à Paris, le 25 avril 1896.

Félix Faure.

Par le Président de la République :

Le Ministre du commerce, de l'industrie,
des postes et des télégraphes.
G. Mesureur.

RAPPORT présenté à la commission des unités électriques[1] le 7 mars 1896, par M. Jules Violle, rapporteur.

LES UNITÉS ÉLECTRIQUES INTERNATIONALES

Le décret du 8 mai 1790, par lequel l'Assemblée constituante chargeait l'Académie des sciences d'établir un système invariable de poids et mesures, marque dans l'histoire de la civilisation

---

(1) Cette commission se composait de :
MM. *de Selves*, directeur général des postes et des télégraphes, président.
Baille, ancien répétiteur à l'École polytechnique.
H. Becquerel, membre de l'Académie des sciences.
Benoist, directeur du bureau international des poids et mesures.
Bompard, ministre plénipotentiaire, directeur des consulats et des affaires commerciales au ministère des affaires étrangères.
Carpentier, ingénieur constructeur.
Lippmann, membre de l'Académie des sciences.
Mascart, membre de l'Académie des sciences.
De Nerville, inspecteur ingénieur des postes et des télégraphes.
Pollard, ingénieur attaché à l'inspection générale du génie maritime.
Potier, membre de l'Académie des sciences.
Raymond, administrateur à la direction générale des postes et des télégraphes.
Vaschy, ingénieur des postes et des télégraphes, examinateur d'admission à l'École polytechnique.
Violle, maître de conférences à l'École normale supérieure, professeur au Conservatoire national des arts et métiers.
Walckenaër, ingénieur des mines.
Massin, ingénieur des postes et des télégraphes, secrétaire.

un progrès dont la portée scientifique a dépassé les espérances mêmes de ses auteurs. Lorsque, moins d'un an après, au mois de mars 1791, une députation de l'Académie présidée par de Lalande, présenta à la Convention les bases du système métrique décimal, Grégoire, qui présidait alors, remercia les savants en ces termes pompeux :

«... Le génie de la liberté a paru et il a demandé au génie des sciences quelle est l'unité fixe et invariable, indépendante de tout arbitraire, telle en un mot qu'elle n'ait pas besoin d'être déplacée pour être connue et qu'il soit possible de la vérifier dans tous les temps et dans tous les lieux. Estimables savants, c'est par vous que l'univers devra ce bienfait à la France. »

Le 18 germinal an III (7 avril 1795), le mètre était proclamé unité de longueur : l'édifice était constitué.

Quarante ans plus tard, Gauss et Weber furent conduits par leurs admirables travaux sur le magnétisme à exprimer les quantités mécaniques au moyen de trois unités fondamentales de longueur, de masse et de temps, la masse étant substituée au poids de façon que les mesures fussent indépendantes du lieu où elles étaient effectuées. Pour unité de temps ils adoptèrent la seconde sexagésimale de temps moyen, pour unité de longueur le millimètre et pour unité de masse le milligramme.

En 1860, l'Association britannique entreprit d'appliquer les mêmes principes à la mesure des quantités électriques, en remplaçant toutefois le millimètre et le milligramme par le centimètre et le gramme. C'était une tâche singulièrement difficile, et le service rendu en cette occasion à la science par l'Association britannique et spécialement par celui qui fut l'âme du comité, par lord Kelvin, ne saurait être trop apprécié; des quantités rapportées à des unités arbitraires, pour la plupart mal définies, furent toutes ramenées au système C.G.S. (centimètre — gramme — seconde) : leurs rapports naturels furent mis en évidence, tandis que leurs valeurs numériques se trouvèrent désormais à l'abri de toute circonstance contingente.

Le système établi par l'Association britannique a été adopté par le Congrès international des Électriciens réuni à Paris en 1881.

Le même Congrès a consacré sous la forme suivante les unités pratiques proposées par l'Association britannique comme représentant l'adaptation la plus commode du système C.G.S. aux besoins usuels :

L'unité pratique de résistance est égale à 10^9 unités absolues C.G.S. et prend le nom d'ohm.

L'unité pratique de force électromotrice est le volt valant 10^8 unités C.G.S.

On appelle ampère le courant produit par la force électromotrice d'un volt dans un circuit ayant une résistance d'un ohm : l'ampère vaut 10^{-1} unités C.G.S.

On appelle coulomb la quantité d'électricité qui, dans une seconde, traverse la section d'un conducteur parcouru par un courant d'un ampère : le coulomb vaut 10^{-1} unités C.G.S.

On appelle farad la capacité d'un condensateur dont les armatures prennent une différence de potentiel d'un volt quand la charge est d'un coulomb : le farad vaut 10^{-9} unités C.G.S.

Enfin le Congrès, suivant l'idée avancée autrefois par Pouillet et soutenue par Siemens, décidait que l'ohm serait représenté par une colonne de mercure à zéro degré centigrade, ayant 1 millimètre carré de section et une longueur qu'une commission internationale serait chargée de déterminer, les premiers travaux de l'Association britannique indiquant déjà que cette longueur était voisine de 104 centimètres.

En raison des applications si importantes de l'électricité à l'éclairage, le Congrès décidait également que la commission serait chargée de déterminer l'étalon de lumière.

Une conférence internationale se réunissait à Paris l'année suivante (1882) pour tracer le programme des expériences à faire; et, deux ans plus tard (1884), réunie de nouveau à Paris, elle votait à l'unanimité les résolutions suivantes :

L'ohm légal est la résistance d'une colonne de mercure de 1 millimètre carré de section et de 106 centimètres de longueur, à la température de la glace fondante.

L'ampère est le courant dont la mesure absolue est de 10^{-1} unités électromagnétiques C.G.S.

Le volt est la force électromotrice qui soutient le courant d'un ampère dans un conducteur dont la résistance est l'ohm légal.

L'unité de chaque lumière simple est la quantité de lumière émise en direction normale par 1 centimètre carré de surface de platine fondu à la température de solidification. L'unité pratique de lumière blanche est la quantité totale de lumière émise normalement par la même source.

Relativement à la longueur de la colonne mercurielle représentant l'ohm, M. Mascart donnait à la conférence les explications suivantes sur les motifs qui avaient amené la commission de l'ohm à adopter la valeur de 106 centimètres.

« La commission s'est arrêtée à cette valeur non pas à cause du résultat moyen des observations, ni parce qu'elle la considérait comme la plus probable, mais surtout parce que les trois premiers chiffres qui représentent la longueur de la colonne mercurielle sont acceptés par tout le monde et paraissent avoir toutes les garanties d'exactitude. Quelques membres pensent que ce nombre est un peu trop élevé; plusieurs autres étaient d'avis qu'il est sensiblement trop faible, mais sans pouvoir donner de leur conviction une preuve tout à fait démonstrative. Dans tous les cas, l'erreur commise est sûrement faible; elle varie de quelques unités seulement du quatrième chiffre et elle est sans importance pour la pratique; la nécessité de donner à l'industrie une solution qu'elle réclame avec quelque impatience a paru assez grave pour qu'on ne crût pas devoir retarder davantage cette solution. »

D'autre part, dans la commission, M. Mascart concluait des diverses expériences présentées que le nombre réel lui paraissait compris entre 106,2 et 106,3, mais plus près de 106,3 que de 106,2. Il semblait donc que l'on pût aisément s'entendre sur 106,3 ou 106,25. Mais si la plupart des nombres apportés dans la commission étaient compris entre 106,3 et 106,2, certains descendaient à 105,9, à 105,7, quelques-uns plus bas encore. Et devant l'impossibilité de discuter dans une conférence des écarts aussi considérables, l'accord se faisait sur le nombre rond 106, accord de raison conclu pour une durée de dix années, sur une proposition de lord Kelvin, dont les procès-verbaux ont omis de faire mention. Aussi, tout en priant le gouvernement français de vouloir bien transmettre leur résolution aux divers États et en recommander l'adoption internationale, la plupart des membres de la conférence de 1884 désiraient ne point fixer immédiatement un étalon de mesure dont la détermination, suivant l'expression de lord Kelvin et de M. Von Helmholtz, était imparfaite. Ils tenaient à laisser prévaloir la vérité avant de solliciter de leurs gouvernements une convention internationale définitive.

Et voici que les dix années sont révolues et que la sagesse des résolutions de la conférence de 1884 est affirmée par ce fait que le temps n'y a apporté aucune modification essentielle, tout en amenant les améliorations prévues.

Élargissant le cadre tracé en 1884, le Congrès international des Électriciens, tenu à Paris en 1889, formulait les propositions suivantes :

L'unité pratique de travail est le joule. Le joule vaut 10^7 unités C.G.S. de travail. C'est l'énergie équivalente à la chaleur dégagée pendant une seconde par un ampère dans un ohm.

L'unité pratique de puissance est le watt. Le watt vaut 10^7 unités C.G.S. C'est la puissance d'un joule par seconde.

Pour évaluer l'intensité d'une lampe en bougies on prendra comme unité pratique, sous le nom de bougie décimale, la vingtième partie de l'étalon de lumière défini par la conférence internationale de 1884.

L'unité pratique de coefficient d'induction est le quadrant; le quadrant vaut 10^9 centimètres.

En 1892, l'Association britannique proposait certaines modifications aux définitions pratiques des unités fondamentales. Elle demandait que la section de la colonne mercurielle représentative de l'ohm fût définie non plus comme ayant une surface de 1 millimètre carré, mais comme étant la section droite d'un cylindre qui, sur une longueur de 106,3 centimètres, renferme à zéro degré une masse de mercure de 14,4521 grammes. Ce changement, dû à l'initiative de M. Von Helmholtz, présente les avantages, premièrement, de substituer une mesure précise de masse par la balance à une mesure irréalisable de section; deuxièmement, d'éliminer la difficulté résultant d'un désaccord entre la valeur du kilogramme et sa définition métrique.

L'Association britannique estimait en outre que l'on pouvait adopter 0,001118 pour le nombre de grammes d'argent déposé d'une solution neutre de nitrate d'argent, en une seconde, par un courant d'un ampère, et 1,434 pour la force électromotrice en volts d'un élément Latimer Clark à la température de 15°.

Ces propositions furent acceptées par le Board of Trade et soumises par lui aux diverses puissances en vue d'un accord international.

Le congrès de Chicago (1893) a sanctionné les efforts accomplis; et les décisions librement prises après les plus sérieuses délibérations par les délégués des deux mondes s'imposent dorénavant à tous.

On a modifié la définition de l'ohm suivant la proposition de la l'Association britannique, de manière à le rapprocher davantage de 10^9 unités électromagnétiques C.G.S. de résistance. Sur la longueur de la colonne mercurielle l'entente s'est établie d'une façon définitive : personne n'a plus contesté que le nombre réel fût compris entre 106,2 et 106,3 plus près de 106,3 que de 106,2; comme d'ailleurs on a voulu se borner à quatre chiffres d'après l'opinion de M. Von Helmholtz, on a dû prendre 106,3. Pour la section on a adopté la définition de M. Von Helmholtz acceptée par l'Association britannique. Avec ces deux modifications la résistance définissant désormais l'ohm a été formulée : celle d'une colonne de mercure de section constante à la température de zéro degré centigrade, ayant une masse de 14,4521 grammes et une longueur de 106,3 centimètres.

Relativement à l'ampère et au volt, on n'a rien changé aux définitions données par la conférence de 1884, sur la proposition de lord Kelvin.

L'ampère est donc resté défini le dixième de l'unité électromagnétique C.G.S. de courant. Toutefois on a cru devoir ajouter, en raison des usages pratiques, qu'il était suffisamment représenté, pour ces usages, par le courant constant qui, dans des conditions déterminées (1) dépose, en une seconde, 0,001118 grammes d'argent.

De même, le volt a été défini la force électromotrice qui, appliquée à un conducteur dont la résistance est d'un ohm, y produit un courant d'un ampère; et l'on a ajouté qu'il était suffisamment représenté pour les besoins de la pratique par les $\frac{1000}{1434}$ de la force électromotrice d'un élément Latimer Clark à la température de 15° dans des conditions déterminées (2).

Les définitions du coulomb, du farad, du joule, du watt ont été maintenues, telles qu'elles avaient été déjà posées en 1881 ou telles qu'elles s'étaient introduites dans la pratique et qu'elles avaient été réglées par le congrès de Paris en 1889.

Pour l'unité d'induction, la définition a été également conservée, mais le nom a été changé : au mot quadrant on a jugé préférable de substituer le nom d'un savant, selon le principe adopté pour la désignation des unités précédentes : le nom du physicien américain Henry a rallié tous les suffrages.

(1) Voir la note 1.
(2) Voir la note 2.

Pour la photométrie, le congrès n'a pas cru devoir présentement adopter d'étalon industriel.

En outre, afin de bien marquer le caractère qu'ils désiraient voir donner par leur gouvernements respectifs aux unités dont ils venaient d'arrêter les définitions et qui, selon eux, doivent désormais faire loi dans toutes les transactions commerciales, les délégués au congrès de Chicago ont décidé que ces unités porteraient le nom d'internationales.

Le moment semblait donc venu de donner un caractère définitif aux décisions prises par le congrès de Chicago en vue de compléter et d'affermir l'œuvre commencée à Paris en 1881.

Dès le mois de décembre 1893, le gouvernement de la République française prit l'initiative de provoquer une convention internationale touchant les unités d'électricité et de lumière.

Mais, déjà, aux États-Unis, le superintendant des poids et mesures avait soumis au secrétaire de la trésorerie le projet de consacrer officiellement en Amérique les décisions du congrès de Chicago. Elles furent en effet rendues légales et obligatoires dans toute l'étendue de l'Union par une loi (H.R. 6500) adoptée à la Chambre des représentants le 8 juin 1894 et approuvée par le Sénat le 12 juillet de la même année. Enfin, le 19 février 1895, le Sénat enregistrait le rapport dans lequel l'Académie nationale des sciences de Washington établissait, d'après la loi précitée, les spécifications nécessaires à l'usage pratique de l'ampère et du volt.

En Europe, la Russie et l'Italie, tout en faisant des réserves sur quelques points, accueillirent favorablement les ouvertures de la France relativement à une convention internationale. Mais l'Angleterre et l'Allemagne proposèrent de limiter l'action présente à un échange de notes, bornées elles-mêmes à l'ohm, à l'ampère et au volt. D'autre part, conformément à la loi anglaise de 1889 sur les poids et mesures, le conseil de la reine adoptait, le 23 août 1894, un ordre donnant en Angleterre un caractère obligatoire à l'ohm, à l'ampère et au volt définis par le congrès de Chicago, et prescrivant la construction de prototypes de ces unités suivant les règles posées par le même congrès.

Dans cette situation, M. le ministre des affaires étrangères n'estime pas qu'il doive insister, quant à présent, sur la proposition qu'il a soumise en 1893 aux différents États ayant pris part à la conférence internationale tenue à Paris en 1884.

Toutefois, l'industrie et le commerce réclamant impérieusement la définition légale des unités électriques et la construction de prototypes légaux de ces unités, nous pourrions introduire en France dès maintenant, comme cela a été fait aux États-Unis et en Angleterre, des dispositions donnant un caractère officiel aux définitions et aux prototypes adoptés.

Sans doute les prescriptions du congrès de Chicago ne sont pas à l'abri de toute critique. Des trois unités fondamentales de l'électricité, deux devraient être définies formellement, la troisième résultant des deux autres. En fait, une seule unité, l'ohm, a reçu une définition dégagée de toute considération théorique, une définition matérielle et définitive, à l'exemple de celles du mètre et du kilogramme. Les deux autres unités ont conservé leur définition théorique, à laquelle on a joint l'énoncé d'une représentation suffisante pour les besoins de la pratique. Il importe toutefois de remarquer que le volt a été subordonné à l'ampère, puisqu'il a été défini la force électromotrice qui soutient le courant d'un ampère dans la résistance d'un ohm. Cette subordination rend le système plus correct, en même temps qu'elle indique au praticien le moyen qu'il préférera souvent pour mesurer une différence de potentiel. Elle n'empêche point d'indiquer un élément de pile pouvant, dans des conditions prescrites, servir d'étalon pratique de force électromotrice.

Ainsi constitué, le système satisfait bien aux besoins de la pratique. Nous lui conserverons le nom d'international, qui rappelle son origine et qui le distingue des systèmes précédemment proposés.

Il se résume dans les définitions suivantes, dont on ne séparera point celles qui se rapportent à l'unité de lumière, rien n'étant venu changer les décisions prises à cet égard par la conférence de 1884.

UNITÉS INTERNATIONALES

L'ohm est la résistance offerte à un courant invariable par une colonne de mercure, à la température de la glace fondante, ayant une masse de 14,4521 grammes, une section constante et une longueur de 106,3 centimètres.

L'ampère est le dixième de l'unité électro-magnétique C.G.S. de courant. Il est suffisamment représenté pour les besoins de la pratique par le courant invariable qui dépose en une seconde 0,001118 grammes d'argent dans des conditions déterminées (¹).

Le volt est la force électromotrice qui soutient le courant d'un ampère dans un conducteur dont la résistance est un ohm. Il est suffisamment représenté pour les besoins de la pratique par les 0,6974 ou $\frac{1000}{1434}$ de la force électromotrice d'un élément Latimer Clark dans des conditions déterminées (²).

Le coulomb est la quantité d'électricité transportée en une seconde par un courant d'un ampère.

Le farad est la capacité d'un condensateur chargé au potentiel d'un volt par un coulomb.

L'henry est l'induction dans un circuit où la force électromotrice est un volt quand le courant inducteur varie à raison d'un ampère par seconde.

Le joule est égale à 10^7 unités C.G.S. de travail. Il est suffisamment représenté pour les besoins de la pratique par l'énergie dépensée en une seconde par un ampère dans un ohm.

Le watt est égal à 10^7 unités C.G.S. de puissance. Il est suffisamment représenté pour les besoins pratique par la puissance d'un joule par seconde.

L'unité de lumière est la quantité de lumière émise en direction normale par 1 centimètre carré de surface de platine fondu à la température de solidification.

Pour consacrer officiellement ce système en France, il suffirait qu'un décret le rendît obligatoire dans tous les marchés avec l'État; car le commerce l'adopterait nécessairement dès lors dans les transactions privées. Cette manière de procéder, qui permettrait d'obtenir immédiatement les résultats pratiques désirés, laisserait plus de liberté quant aux négociations internationales à venir. Il paraît même qu'à ce point de vue, non moins que pour éviter toute complication inutile, il serait préférable de ne sanctionner par un acte administratif que les trois définitions fondamentales de l'ohm, de l'ampère et du volt, les autres en résultant immédiatement, sauf l'unité de lumière qui ne soulève aucune difficulté.

Paris, le 7 mars 1896.

Le rapporteur,
J. VIOLLE.

NOTES

NOTE I

RÈGLES POUR L'EMPLOI DE LA DÉFINITION PRATIQUE DE L'AMPÈRE

Dispositions du voltamètre à argent.

Un voltamètre mesure la quantité totale d'électricité qui a passé pendant la durée de l'expérience; il fait donc connaître le courant moyen, ou le courant même, si celui-ci est resté constant.

(¹) Voir la note 1.
(²) Voir la note 2.

Quand on emploie le voltamètre à argent pour mesurer des courants d'environ un ampère, on doit adopter les dispositions suivantes :

La cathode sur laquelle ira se déposer l'argent sera formée d'une capsule de platine ayant au moins 10 centimètres de diamètre et 4 à 5 centimètres de hauteur.

L'anode sera une plaque d'argent pur ayant environ 30 centimètres carrés de surface et 2 à 3 millimètres d'épaisseur. Elle sera maintenue horizontalement dans le liquide, à peu de distance de la surface, par un fil d'argent rivé en son centre. Pour empêcher les fragments de métal qui s'en détachent de tomber sur la cathode, on enveloppera l'anode de papier filtre pur replié par derrière.

Le liquide soumis à l'électrolyse consistera en une solution neutre de nitrate d'argent pur, contenant environ 15 parties en poids de nitrate pour 85 parties d'eau.

La résistance du voltamètre changeant un peu pendant l'expérience, on préviendra les variations trop considérables que pourrait éprouver le courant au moyen d'un rhéostat intercalé dans le circuit : la somme des résistances métalliques opposée au courant ne devra pas être inférieure à 10 ohms.

Manière de faire une mesure.

La capsule de platine est lavée successivement à l'acide nitrique, à l'eau distillée et à l'alcool absolu; elle est séchée à 160° et laissée dans un appareil à dessiccation jusqu'à complet refroidissement. Elle est alors pesée exactement.

On la remplit presque complètement de la dissolution et on la relie au reste du circuit en la plaçant sur un support en cuivre, bien propre et convenablement isolé.

On plonge alors l'anode dans une solution jusqu'à ce qu'elle soit complètement immergée; on la fixe en place et on établit les connexions avec le reste du circuit.

On ferme le contact à l'aide d'une chef, en notant le temps. On laisse passer le courant au moins une demi-heure. On note le temps au moment où l'on rompt le contact.

On vide la capsule, on lave à l'eau distillée et on laisse tremper au moins six heures. On rince successivement à l'eau distillée, puis à l'alcool absolu et on sèche dans un bain d'air à 160°; on laisse refroidir dans un appareil à dessiccation. On pèse de nouveau. Le gain accusé par la balance fait connaître la masse d'argent déposée.

Pour avoir la moyenne du courant en ampères, on divise le nombre de grammes exprimant cette masse par le nombre de secondes pendant lequel le courant a passé et par 0,001118.

Quand on détermine par cette méthode la constante d'un instrument, on doit maintenir le courant aussi uniforme que possible et noter les indications de l'instrument à intervalles de temps rapprochés. On pourra alors tracer une courbe qui fera connaître l'indication correspondant à la valeur moyenne du courant.

NOTE II.

SUR LA PRÉPARATION DE L'ÉLÉMENT CLARK (¹)

Définition de l'élément.

L'élément se compose de zinc ou d'amalgame zinc-mercure, de mercure et d'une solution saturée neutre de sulfate de zinc et de sulfate mercureux dans l'eau avec excès de sulfate mercureux.

Préparation des matériaux.

1. — *Le mercure.* — Pour en assurer la pureté, le traiter par l'acide suivant la méthode habituelle, puis le distiller dans le vide.

(¹) D'après la spécification de la note B de la prescription anglaise, jointe à l'ordre en conseil du 23 août 1894.

2. — *Le zinc.* — Prendre une baguette de zinc pur redistillé, souder à une extrémité un fil de cuivre, nettoyer le tout au papier de verre ou au brunissoir d'acier, en enlevant soigneusement tout fragment qui pourrait se détacher du zinc. Au moment de monter la pile, plonger le zinc dans l'acide sulfurique étendu, le laver à l'eau distillée et le sécher avec un linge bien propre ou du papier à filtre.

3. — *Le sulfate mercureux.* — Prendre du sulfate mercureux acheté comme pur, le mêler avec une petite quantité de mercure pur et laver le tout à fond avec de l'eau distillée froide par agitation dans une bouteille, décanter l'eau, et recommencer au moins deux fois. Après le dernier lavage, décanter aussi parfaitement que possible l'eau restante.

4. — *La dissolution de sulfate de zinc.* — Préparer une solution saturée neutre de sulfate de zinc pur (pur recristallisé) en mêlant dans un flacon de l'eau distillée avec à peu près deux fois son poids de cristaux de sulfate de zinc pur et ajoutant une quantité d'oxyde de zinc égale à environ 2 pour 100 du poids des cristaux afin de neutraliser tout acide libre. Les cristaux seront dissous à l'aide d'une chaleur douce, la température de la solution ne devant pas dépasser 30 degrés centigrades. Du sulfate mercureux, traité comme il a été dit au paragraphe 3, sera ajouté dans la proportion d'environ 12 pour 100 du poids des cristaux de sulfate de zinc pour neutraliser l'oxyde de zinc restant libre, et la solution sera filtrée pendant qu'elle est encore chaude et mise dans une bouteille de provision. Des cristaux se formeront pendant le refroidissement.

5. — *La pâte de sulfate mercureux et de sulfate de zinc.* — Mêler le sulfate mercureux lavé avec la solution de sulfate de zinc, en ajoutant des cristaux de sulfate de zinc pris dans la bouteille de provision en quantité suffisante pour assurer la saturation, avec un peu de mercure pur. Remuer bien le tout de façon à en faire une pâte de la consistance de la crème. Chauffer cette pâte à une température ne dépassant pas 30 degrés centigrades, pendant une heure, en agitant de temps en temps; laisser refroidir en ayant soin de remuer encore quelquefois. Des cristaux de sulfate de zinc devront apparaître nettement visibles et répartis dans toute la masse; sinon, ajouter une plus grande quantité de cristaux pris dans la bouteille de provision et recommencer toute l'opération.

Cette méthode assure la formation d'une solution saturée de sulfate de zinc et de sulfate mercureux dans l'eau.

Construction de l'élément.

L'élément peut être convenablement monté dans un petit tube à essai d'environ 2 centimètres de diamètre et 4 à 5 centimètres de profondeur. Placer le mercure au fond du tube dont il remplira 0,5 centimètre. Prendre dans un bouchon entrant exactement dans le tube un morceau de 0,5 centimètre; y percer l'un à côté de l'autre deux trous dans l'un desquels la baguette de zinc puisse passer très juste; le deuxième recevra un tube de verre recouvrant le fil de platine dont il sera parlé plus loin; y faire latéralement une entaille pour la sortie de l'air quand on poussera le bouchon dans le tube. Laver le bouchon à l'eau chaude et le laisser tremper dans l'eau plusieurs heures avant de s'en servir. Enfoncer la baguette de zinc dans son trou de façon qu'elle fasse saillie d'environ 1 centimètre

Le contact avec le mercure est constitué par un fil de platine d'à peu près 0,8 millimètre de diamètre. Il est protégé du contact avec les autres substances de la pile par un tube en verre qui l'entoure sur toute sa longueur, sauf à ses extrémités dont l'une vient sortir au dehors et l'autre va plonger, en même temps que la partie inférieure du tube de verre, dans le mercure.

Nettoyer soigneusement le tube de verre et le fil de platine, chauffer l'extrémité inférieure du fil de platine au rouge, la plonger dans le mercure en prenant soin qu'elle soit complètement couverte.

Prendre la pâte de sulfates et la verser dans le tube à essai, en évitant de saisir la paroi supérieure, de façon à former au-dessus du mercure une couche de plus de 1 centimètre.

Introduire ensuite le bouchon avec la baguette de zinc, en faisant passer le tube de verre dans le trou ménagé à cet effet. Pousser doucement le bouchon jusqu'à ce que sa surface vienne toucher le liquide. De cette façon l'air sera complètement chassé, et l'élément devra rester ainsi au moins vingt-quatre heures avant d'être scellé, ce qui pourra être fait de la façon suivante :

Chauffer de la glu marine jusqu'à ce qu'elle devienne assez fluide pour couler par son propre poids, la couler dans le tube à essai sur le bouchon en quantité suffisante pour couvrir complètement le zinc et former de ce côté une soudure parfaite, d'où sort seulement le fil de cuivre fixé au zinc. Le tube de verre renfermant le fil de platine doit dépasser un peu la surface de la glu.

On peut sceller l'élément d'une façon plus définitive en recouvrant la glu marine, quand elle s'est refroidie, d'une solution de silicate de soude qu'on laisse solidifier.

L'élément ainsi construit peut être monté de telle manière que l'on désirera. Il est bon de faire le montage de sorte que l'élément puisse être plongé dans un bain d'eau jusqu'au niveau de la partie supérieure du bouchon. Sa température peut alors être connue avec plus de précision que quand il est simplement dans l'air.

Dans l'emploi de l'élément il faut éviter autant que possible les variations brusques de la température.

La forme du vase contenant l'élément peut être variée. Dans la forme en H, le zinc est remplacé par un amalgame de 10 parties en poids de zinc dans 90 parties de mercure. Les autres matériaux sont préparés comme il a été dit. Les contacts sont établis, avec l'amalgame dans l'une des branches, avec le mercure dans l'autre, par des fils de platine scellés dans le verre.

SYNDICAT PROFESSIONNEL
DES
INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

CHAMBRE SYNDICALE

Séance du 24 mars 1896.

Présents : MM. *Bénard, Berne, Bernheim, Clemançon, Geoffroy, Harlé, de Loménie, Meyer, Radiguet, Roux, Sartiaux, Sciama, Vernes, Violet.*

Excusés : MM. *Cance, Carpentier, Ducretet, Ebel, Grammont, Hillairet, Jupont, Mildé, Portevin, Tricoche, Vivarez.*

M. Sciama rend compte à la Chambre des travaux de la Commission des *transports du matériel électrique par les chemins de fer.* Cette Commission entendra lecture du rapport de M. Violet dans une prochaine réunion et le présentera à la Chambre aussitôt après.

La Chambre s'occupe ensuite du *Renouvellement de son Bureau*, comportant le Président, trois Vice-Présidents, deux Secrétaires et un Trésorier.

Après un échange d'observations, la Chambre émet l'avis :

1° Qu'il convient de limiter à quatre années la durée de la vice-présidence; 2° Qu'il convient d'appliquer cette mesure dès aujourd'hui.

La Chambre passe ensuite aux élections.

M. Ferdinand Meyer est élu Président pour deux ans par 12 voix et 1 bulletin blanc sur 13 votants.

M. Meyer remercie vivement la Chambre de cette unanimité et de la confiance qu'elle lui témoigne.

Élection des Vice-Présidents : Ont obtenu sur 14 votants : MM. *Hillairet*, 14 voix; *Sartiaux*, 11 voix; *Mildé*, 8 voix; *Clémançon*, 5 voix; *Violet*, 3 voix.

Sont élus : MM. Hillairet, Sartiaux, Mildé.

Élection des Secrétaires : Ont obtenu sur 15 votants : MM. *Roux*, 14 voix; *Triquet*, 13 voix; *Berne*, 3 voix.

Sont élus : MM. Roux et Triquet.

Élection du Trésorier : M. Radiguet est élu Trésorier par acclamation.

Les Vice-Présidents, les Secrétaires et le Trésorier sont élus pour l'exercice 1896.

Les personnes dont les noms suivent ont demandé leur admission, qui est prononcée par la Chambre, comme Membres adhérents du Syndicat :

M. *Blanchon*, Directeur général de la Société Tudor, à Lille. — M. *Paul Perrin*, 8, impasse Fessart, Paris.

M. Harlé, Président sortant, remercie la Chambre de l'honneur et de la confiance qu'elle lui a accordés pendant les deux années de son exercice et la prie de les reporter sur M. F. Meyer. (*Applaudissements.*) M. Harlé cède le fauteuil présidentiel à M. F. Meyer.

M. F. Meyer rappelle les importants services qu'a rendus M. *Harlé* pendant sa présidence et lui transmet tous les remerciements de la Chambre. Il exprime le vœu que M. Harlé continue à ses anciens collègues le précieux concours de son expérience. (*Applaudissements.*)

La Chambre remercie M. *Vivarez*, Vice-Président sortant, et M. *Bernheim*, Secrétaire sortant, pour le concours qu'ils lui ont apporté d'une façon si active et si utile.

M. le Président donne lecture de la lettre de M. *Bernheim*, Commissaire de la Fête du Syndicat, et autorise son Trésorier à rembourser à M. Bernheim la somme de 137,50 fr avancée par lui.

La Chambre autorise le Trésorier à payer au Comité central la somme de 125 fr, montant de sa cotisation, et 100 fr pour les médailles décernées aux ouvriers.

M. Harlé, Président sortant, est délégué par la Chambre au Comité central.

M. Violet remercie la Chambre, au nom des deux ouvriers de la maison Carpentier, qui avaient été invités au Banquet du Syndicat. Ces ouvriers ont emporté un souvenir ineffaçable de la gratitude du Syndicat.

Séance du 14 avril 1896.

Présents : MM. *Bancelin, Beau, Berne, Ebel, Harlé, Hillairet, Meyer, Radiguet, Roux, Sartiaux, Sciama, Triquet, Violet, Vivarez.*

Excusés : MM. *Bénard, Clémançon, Grammont, Mildé.*

Le Président informe la Chambre qu'il a reçu de la Société Internationale des Électriciens, pour être distribuées aux Membres du Syndicat, 300 circulaires relatives à l'Exposition d'Électricité domestique qui doit avoir lieu, les 2, 3 et 4 mai, à l'Hôtel de la Société d'Encouragement. Ceux de nos adhérents qui voudront participer à l'Exposition collective du Syndicat devront en donner avis avant le 19 avril. Sur la demande de M. Harlé, M. Bancelin est adjoint à la commission d'organisation de cette Exposition; il devra s'occuper spécialement de visiter les exposants et de les répartir dans les emplacements qui leur seront affectés.

Le Président informe la Chambre que le Comité central procédera, le samedi 18 avril, à 8 heures du soir, à la distribution des médailles d'honneur aux ouvriers et employés comptant plus de trente années de service. Des cartes d'invitation sont à la disposition des Membres de la Chambre.

Le Président fera prévenir en temps utile les Membres du Syndicat dont les ouvriers seront compris parmi les lauréats.

La Chambre discute la proposition présentée par M. Barbry, ingénieur électricien à Granville, près le Havre, en vue de la création d'un *Bureau de contrôle* dans les deux départements de la Seine-Inférieure et du Calvados.

M. Roux rappelle que M. Barbry, ancien ingénieur de la Société Nancéenne d'Électricité et de la Société d'Énergie électrique, a, par sa compétence et ses relations dans la région normande, toutes qualités pour mener à bonne fin l'entreprise utile d'un bureau régional de contrôle. Les engagements pris par M. Barbry, tant vis-à-vis de la Chambre syndicale que vis-à-vis de M. Roux, sont, d'ailleurs, exactement conformes à ceux qui ont déjà réglé les rapports établis avec M. Juppont pour la constitution d'un bureau identique dans le Sud-Ouest. Dans ces conditions, la Chambre, tout en restant, d'ailleurs, étrangère au contrat personnel passé entre MM. Roux et Barbry, autorise le Président à accuser à M. Barbry réception de sa lettre pour acceptation.

M Violet, au nom de la Commission des transports, donne lecture d'un rapport sur les *Tarifs d'expédition par chemin de fer des machines dynamo-électriques*. Après discussion de cette importante étude, la Chambre vote des remerciements à sa commission et en particulier au rapporteur, qui a bien voulu apporter tant d'activité et de dévouement à remplir une mission si importante pour l'Industrie Électrique. Elle décide que ce rapport sera publié *in extenso* et annexé au procès-verbal, ainsi que des extraits des graphiques qui l'accompagnent.

Le Président est chargé par la Chambre de faire auprès du Ministre des Travaux publics les démarches nécessaires pour obtenir, non pas un remaniement des tarifs actuellement en vigueur, mais un classement plus favorable des machines dynamo-électriques dans les tarifs existants.

M. Sartiaux fait connaître que *Commission du contentieux* a été saisie d'une demande de renseignements relatifs à des *Concessions d'électricité* données par diverses municipalités et dont les contrats ne contiennent aucune stipulation au sujet de la rétrocession éventuelle de la concession à des tiers. De l'examen de cette question et de la jurisprudence qui s'y rapporte, il semble résulter qu'un concessionnaire ne peut rétrocéder ses droits sans l'autorisation du concédant, bien que le contrat soit muet sur ce point. Un concessionnaire ne peut pas non plus céder sa concession sans autorisation de la municipalité, même dans le cas où il existerait dans le contrat une clause relative à la constitution d'une garantie hypothécaire au profit de la ville. On peut donc dire, en résumé, que le demandeur en concession doit toujours, en rédigeant le contrat, prévoir et faire introduire une clause assurant son droit de rétrocession et déterminant les conditions dans lesquelles il pourra l'exercer.

La Chambre syndicale de la Literie nous a adressé, le 16 mars dernier, une circulaire dans laquelle elle appelle l'attention des groupes syndicaux sur la perturbation résultant pour la plupart des industriels et commerçants de l'*Appel des réservistes et territoriaux* qui se fait actuellement au mois d'octobre. La Chambre de la Literie nous consulte pour savoir quelle serait l'époque qui conviendrait le mieux aux intérêts

de notre corporation. Il est reconnu que la période d'automne est pour l'industrie électrique une époque de grande activité et que les appels militaires qui nous enlèvent à cette date une partie de notre personnel ne sont pas sans causer à notre industrie un préjudice sérieux. Il serait très préférable de les voir reportés aux mois de mars et d'avril, et la Chambre syndicale décide de s'associer à toutes les démarches qui seraient faites auprès des pouvoirs publics en vue de ce résultat. Il sera répondu dans ce sens à la Chambre syndicale de la Literie.

La Chambre syndicale des Mécaniciens Chaudronniers et Fondeurs nous a adressé un très intéressant rapport présenté par Alexis Rouart sur la question de la *Comparution en personne devant les Conseils de prud'hommes*. Depuis 1893, les Conseils de prud'hommes n'admettent plus, en effet, la tolérance qui, de temps immémorial, permettait aux chefs d'industrie, par dérogation aux articles 29 et 32 du décret de 1809, de se faire représenter par une personne de leur maison munie d'un pouvoir régulier. Il résulte de cette application rigoureuse de la loi une gêne considérable et inutile. La Chambre syndicale des Mécaniciens Chaudronniers et Fondeurs demande l'adésion de notre Chambre à un vœu qui serait formulé auprès du Parlement dans le but d'obtenir l'annulation des articles 29 et 32 du décret de 1809 et leur remplacement par un texte nouveau plus libéralement conçu. La Chambre remercie le Syndicat des Mécaniciens Chaudronniers et Fondeurs de l'initiative très utile qu'il a prise et s'associe sans aucune réserve au vœu qu'il a formulé. Elle donnera son adhésion à toute démarche qu'il y aurait lieu de faire dans le sens indiqué.

La Société de Prévoyance contre les accidents du travail a prié M. Harlé d'étudier spécialement la question des *Accidents provenant de l'emploi de l'électricité*. Il a fait à ce sujet une enquête dans le but de savoir quelles étaient les prescriptions usitées à l'étranger, notamment dans les établissements qui emploient les courants alternatifs à haute tension. Il donne lecture du résumé de cette étude et demande qu'une commission soit nommée en vue de rédiger une instruction définitive. La Chambre désigne MM. Hillairet et Ebel pour faire partie de cette commission qui sera, d'ailleurs, autorisée à consulter tous les Membres du Syndicat qui lui paraîtront désignés par leur expérience pratique pour lui fournir des indications utiles.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Émile Barrault, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

246 887. — **Le Goaziou.** — *Certificat d'addition au brevet pris le* 25 *avril* 1895, *pour nouveaux systèmes de microphones et relais téléphoniques* (6 septembre 1895).

250 070. — **Société anonyme pour le travail des métaux.** — *Perfectionnements dans les batteries voltaïques secondaires* (4 septembre 1895).

250 089. — **Société anonyme pour la transmission de la Force par l'Électricité.** — *Appareil permettant de transformer un courant alternatif monophasé en courant continu et réciproquement* (5 septembre 1895).

250 101. — **Cormery.** — *Lampe électrique à effluves* (9 septembre 1895).

250 078. — **Hœpfner.** — *Application d'anodes solubles permettant de réaliser une économie d'énergie électrique* (5 septembre 1895).

250 125. — **De Dion et Bouton.** — *Interrupteur ou interrupteur inverseur de courant pour bobines d'induction* (6 septembre 1895).

250 127. — **Neveux.** — *Compteur d'énergie électrique* (7 septembre 1865).

250 132. — **Smith.** — *Perfectionnements relatifs aux résistances et commutateurs pour circuits électriques* (7 septembre 1895).

250 179. — **Stiens.** — *Perfectionnements dans les lampes à incandescence* (10 septembre 1895).

244 686. — **Dulait.** — *Certificat d'addition au brevet pris le* 28 *janvier* 1895, *pour un dispositif mécanique nouveau ayant pour but la commande des mouvements d'avant et d'arrière avec arrêt à mi-course, d'éléments mécaniques, crémaillères, roues d'engrenages ou autres développantes de courbes conséquentes, par la pression infiniment courte de simples boutons électriques* (10 septembre 1895).

252 307. — **Trincano.** — *Certificat d'addition au brevet pris le* 24 *août* 1893, *pour un produit dit : l'Électro-ardoise, aggloméré pour usages de l'électricité et inoxydable aux acides* (10 septembre 1895).

241 073. — **Castel de Courval.** — *Certificat d'addition au brevet pris le* 30 *août* 1894, *pour perfectionnements apportés aux régulateurs électriques* (11 septembre 1895).

244 328. — **Heinz.** — *Certificat d'addition au brevet pris le* 14 *janvier* 1895, *pour perfectionnements apportés à la construction des accumulateurs électriques* (18 septembre 1895).

245 194. — **Heinz.** — *Certificat d'addition au brevet pris le* 18 *février* 1895, *pour perfectionnements apportés aux accumulateurs électriques* (18 septembre 1895).

246 669. — **Société industrielle des Téléphones** (constructions électriques, caoutchouc, câbles). — *Certificat d'addition au brevet pris le* 16 *avril* 1895, *pour récepteur enregistreur des signaux télégraphiques pour l'usage des câbles sous-marins et souterrains et longues lignes aériennes, système Ader* (24 septembre 1895).

247 787. — **Hallé.** — *Certificat d'addition au brevet pris le* 30 *mai* 1895, *pour une machine dynamo-électrique à courant continu, à inducteur bi-polaire ou multipolaire tournant à l'intérieur de l'induit* (28 septembre 1895).

243 251. — **Barrière.** — *Certificat d'addition au brevet pris le* 30 *novembre* 1894, *pour lampe à arc* (24 septembre 1895).

250 249. — **Brintnell.** — *Perfectionnements apportés dans la propulsion électrique des voitures* (13 septembre 1895).

250 194. — **Regan.** — *Perfectionnements apportés aux mécanismes de transmission de force pour arbres de moteurs électriques et d'autres moteurs à grande vitesse* (10 septembre 1895).

250 259. — **De Dion et Bouton.** — *Dispositif de commande d'allumage électrique pour moteurs à explosion* (13 septembre 1895).

250 216. — **Girod.** — *Mécanisme pour horloge électrique à pendule battant la demi-seconde* (11 septembre 1895).

250 217. — **Girod.** — *Mécanisme automatique électrique pour la sonnerie des heures et fractions d'heures* (11 septembre 1895).

250 238. — **Rowbotham.** — *Perfectionnements dans les piles électriques* (12 septembre 1895).

250 252. — **Houdard.** — *Nouveau métal pour la fabrication de toutes les pièces en cuivre, employées pour accumulateurs et piles électriques* (13 septembre 1895).

250 286. — **Dannert, Windolff et Zacharias.** — *Accumulateur électrique* (14 septembre 1895).

250211. — **Blondeau.** — *Publicité électrique portative au moyen de piles ou accumulateurs* (11 septembre 1895).

250434. — **Cauderay.** — *Connexions électriques pour voitures à traction électrique mixte* (21 septembre 1895).

250479. — **Société l'Éclairage électrique.** — *Rhéostat de mise en marche pour ascenseurs électro-hydrauliques ou électriques* (23 septembre 1895).

250397. — **Cox.** — *Perfectionnements dans les générateurs thermo-électriques et la méthode employée pour les faire fonctionner* (19 septembre 1896).

250330. — **Blanchon.** — *Conducteur fusible ou nouveau coupe-circuit automatique pour grandes intensités* (17 septembre 1895).

250363. — **Beaujouan.** — *Allumeur extincteur automatique* (18 septembre 1895).

250370. — **Société Gally** et **Viette.** — *Système d'appareil interrupteur pour communications électriques dit : Électro-interrupteur* (18 septembre 1895).

250392. — **Richard,** — *Système de commutateur à contact à temps* (19 septembre 1895).

250419. — **Société Pecci** et **Schacherer.** — *Dispositif pour fixer aux murs et aux plafonds les fils conducteurs pour l'éclairage électrique* (20 septembre 1895).

250390. — **Kellner.** — *Procédé pour la préparation par voie électrolytique d'un liquide blanchissant à teneur élevée de chlore actif* (19 septembre 1895).

250352. — **Davis.** — *Perfectionnements aux mécaniques électriques de pianos exécutants* (17 septembre 1895).

250350. — **Falvey.** — *Système de totalisateur électrique automatique perfectionné* (17 septembre 1895).

250604. — **Société alsacienne de Constructions mécaniques.** — *Perfectionnements aux tramways électriques* (27 septembre 1895).

250618. — **Société dite : The Foreign Electric Traction Company.** — *Perfectionnements dans les chemins de fer électriques* (28 septembre 1895).

250495. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux locomotives électriques* (10 septembre 1895).

250494. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux freins électriques* (10 septembre 1895).

250545. — **Croizat.** — *Application de réflecteurs paraboliques à la lumière à incandescence, soit au gaz, soit à l'électricité, notamment pour l'éclairage public* (25 septembre 1895).

250501. — **Ward** et **Noll.** — *Procédé pour enduire d'une matière isolante l'intérieur des tuyaux ou autres cylindres destinés à l'emploi de l'électricité ou autres* (24 septembre 1895).

250518. — **Johnson, Robertson, Crosmann** et **Jewell.** — *Perfectionnements dans les plaques poreuses employées comme électrodes d'accumulateurs et leur fabrication* (24 septembre 1895).

250548. — **Hœpfner.** — *Procédé de fabrication de métaux solides d'une grande porosité* (25 septembre 1895).

250550 — **Shrewsbury Marshall, Cooper** et **Dobell.** — *Perfectionnements dans les piles électriques* (25 septembre 1895).

250569. — **Blackburn** et **Buchanan.** — *Perfectionnements aux machines dynamo-électriques* (26 septembre 1895).

250582. — **Leitner.** — *Procédé d'oxydation du plomb et des combinaisons du plomb pour l'emploi dans les accumulateurs* (27 septembre 1895).

250594. — **Leitner** et **Reicher.** — *Électrode en peroxyde de plomb et charbon* (27 septembre 1895).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Compagnie française d'Appareillage Électrique. — Cette Société constituée sous forme anonyme a pour fondateur M. Grivolas.

Elle a pour objet :

1° L'acquisition de l'établissement d'appareils électriques exploité par MM. Sage et Grillet à Paris, rue Montgolfier, n° 16 ;

2° L'exploitation industrielle et commerciale de cet établissement, en conséquence construire, faire construire, acheter, vendre, prendre ou donner en location tous appareillages, accessoires, machines pouvant servir directement ou indirectement aux applications quelconques de l'électricité, et de tous systèmes d'éclairage, chauffage, production et transport de force, que ces systèmes soient pour l'électricité ou autrement.

Le siège social est à Paris, 16, rue Montgolfier.

La durée de la Société est fixée à 75 ans à partir du 15 mars 1896.

M Grivolas apporte à la Société :

La promesse de vente du fonds industriel et commercial que MM. Sage et Grillet exploitent à Paris, rue Montgolfier, n° 16, comme il est dit article 2 et comprenant notamment la clientèle, les modèles, marques de fabrique, concession d'exploitation des brevets et droits aux baux.

En représentation de cet apport, il est attribué à M. Grivolas quinze cents actions entièrement libérées de 100 fr chacune sur les sept mille cinq cents actions créées ci-après.

Ces quinze cents actions attribuées à M. Grivolas porteront les nos 1 à 1499 et ne pourront être négociées ni détachées de la souche que deux ans après la constitution définitive de la Société.

Le capital social est fixé 750 000 fr divisé en 7500 actions de 100 fr chacune dont 1500 sont attribuées à M. Grivolas en rémunération de son apport et les 6000 autres ont été souscrites en espèces.

La Société est administrée par un Conseil comprenant 3 membres au moins et 5 membres au plus.

L'assemblée générale se compose de tous les actionnaires propriétaires de 20 actions.

Tout actionnaire ayant le droit d'assister à l'Assemblée générale peut se faire représenter par un mandataire, pourvu que ce mandataire soit lui-même actionnaire pouvant assister à l'Assemblée.

Tous propriétaires d'un nombre d'actions inférieur à vingt, pourront se réunir pour former le nombre nécessaire pour être admis dans l'Assemblée et se faire représenter par l'un d'eux.

Les bénéfices nets seront ainsi répartis :

1° — 5 pour 100 pour constituer un fonds de réserve légale ;

2° La somme nécessaire pour servir aux actions non amorties un intérêt à 5 pour 100 des capitaux non encore remboursés.

Sur le reliquat il est attribué 10 pour 100 au conseil d'administration.

Sur le surplus et sur la proposition du Conseil d'administration, l'Assemblée générale pourra, si elle le juge convenable, voter tous prélèvements pour créer des comptes d'amortissements ou de réserve.

L'excédent sera réparti aux actions à titre de deuxième dividende, mais le dividende total ne dépassera pas 10 fr par

action, tant que les frais du premier établissement et la valeur des apports n'auront pas été amortis.

Le prélèvement pour le fonds de réserve légale cessera d'être obligatoire lorsqu'il aura atteint le dixième du capital; il reprendra son cours si, pour une cause quelconque, ladite réserve se trouve entamée.

Le premier Conseil d'Administration comprend :

M. Joseph Gignoux, associé d'agent de change, demeurant à Lyon, 5, rue de la République; M. Claude Grivolas, électricien, demeurant à Chatou (Seine-et-Gise), avenue de la Faisanderie, 5; M. Jean Neyret, propriétaire, demeurant à Saint-Étienne (Loire), quartier du Bel-Air;

M Michel Tricaud, demeurant à Lyon, rue de la République, n° 5, est nommé commissaire des comptes pour le premier exercice.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société d'Éclairage électrique de l'Ilot Tolozan (*à Lyon*). — Cette petite entreprise semble sortie définitivement de la situation difficile que lui avaient créée ses débuts.

En 1895 les recettes ont été de	29 303,05 fr.
Les dépenses ont été de	16 583,55
Soit un excédent de recettes de	12 719,50 fr.

une somme de 5 199,85 a été prélevée sur le solde bénéficiaire pour amortir complètement la dette sociale,
et le solde 7 519,65 a reçu la destination suivante :

Réserve statutaire	650,00 fr.
Réserve facultative	3869,65
Dividende de 15 fr à 200 actions	3000,00

Ce dividende a été mis en paiement au 1er avril.

Société Électrométallurgique française à Froges. — L'Assemblée générale annuelle s'est tenue le 28 mars, et elle a approuvé les comptes de l'exercice 1895, et décidé la mise en paiement d'un dividende brut de 6 pour 100, soit :

Pour les actions entièrement libérées, nos 1 à 1500, 30 fr brut, soit 28,80 fr net contre remise du coupon n° 7.

Pour les actions libérées de trois quarts, nos 1501 à 5000, 22,50 fr brut, soit 21,60 fr net sur présentation du certificat provisoire.

Pour les actions d'apport attribuées à l'*Alumine Pure*, nos 5001 à 6000, 22,50 fr brut, soit 21,60 fr net.

Pour les actions libérées de un quart, nos 6001 à 11 400, 5,65 fr brut, soit 5,40 fr net sur présentation du certificat provisoire.

Ce dividende est mis en paiement depuis le 1er mai.

L'actif industriel : immeubles, usines, figure à l'actif du bilan pour 3 579 951,15 fr, en augmentation de 1 329 821,34 fr en suite de l'achat des usines de l'*Alumine Pure* à Gardanne, de carrières de bauxite, de la chute des Sorderettes et d'installations nouvelles faites à l'usine de la Praz.

L'ensemble des comptes débiteurs comprenant entre autres 2 487 500 fr à appeler sur les actions non libérées, déduction faite des réalisations du portefeuille, porte à 3 199 262,97 fr l'actif immédiatement réalisable et l'établit en augmentation de 1 911 691,71 fr.

Au passif, les créditeurs figurent pour 432 107,50 en diminution de 6 834,58 fr, par contre le capital et les réserves s'établissent à : 5 834 333,41 fr, en augmentation de 3 291 681,80 fr.

Cette variation provient des affectations suivantes :

Augmentation du capital social	3 600 000,00 fr.
— de la réserve statutaire	7 496,10
— des amortissements	70 000,00
— de la réserve pour créances douteuses	11 185,70

De telle sorte que l'exercice 1895 a laissé un solde bénéficiaire de 310 772,41 fr.

INFORMATIONS

Société Lyonnaise des Forces motrices du Rhône. — Le capital social a été augmenté de 4 millions par la création de 8000 actions de 500 fr.

Le cours d'émission a été fixé à 550 et la prime de 50 fr est destinée à créer une réserve.

Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft. — Le Conseil d'administration se préoccupe d'une augmentation du capital social de 25 à 30 millions de francs par l'émission d'actions nouvelles.

Ce nouveau capital est destiné à faire face au développement de l'entreprise pour construction de machines, de câbles, etc.

Société des Tramways de Zwickau. — Elle exploite simultanément les tramways à traction électrique dans la ville et le service de l'éclairage.

Pendant le dernier exercice, elle a transporté 1 270 000 voyageurs avec 11 voitures automobiles. La ligne a 4 km de longueur.

Au 31 décembre elle desservait 4000 lampes.

Les recettes d'exploitation ont été de	247 000 fr.
Les dépenses —	142 000

Un dividende de 2 pour 100 a été mis en paiement.

Usines Électriques de Leipzig. — Au 31 décembre dernier les usines desservaient 21 225 lampes, et elles avaient souscription pour 15 000 autres lampes. En conséquence, la Société a procédé à l'installation de 2 nouveaux groupes électriques et de 4 chaudières.

Le bénéfice brut pour 1895 a été de 116 000 fr sur lesquels la ville de Leipzig prélève 16,66 pour 100, et la Société Siemens Halske 39 000 fr pour direction de l'entreprise.

Il restera un bénéfice net de 52 000 fr permettant la distribution d'un dividende de 11 fr, soit 5,5 pour 100.

Électron. — Cette entreprise allemande, qui a des intérêts communs avec les usines électrochimiques de Griesheim, va augmenter son capital de 3 750 000 à 5 000 000 de fr. Son but est la fabrication électrolytique des alcalis.

Cette décision a sans doute été prise en suite de l'impossibilité d'un accord avec les *Konsolidirte Alkali Werken Westregeln*.

Tramways Électriques de Zurich. — La Ville va procéder au rachat de la concession à un prix égal au capital social augmenté de 5 pour 100 à titre d'intérêt, à compter depuis la création de l'entreprise.

Compagnie des Tramways électriques de Clermont-Ferrand :

Recettes du mois de mars 1896	22 148,50
— du mois de mars 1895	18 378,05
Augmentation en faveur de 1896	3 770,45
Recettes depuis le 1er janvier 1896	58 480,10
— depuis le 1er janvier 1895	49 133,80
Augmentation en faveur de 1896	9 346,30
Voyageurs transportés en mars 1896	185 210
— en mars 1895	154 494
Augmentation en faveur de 1896	30 716
Voyageurs transportés depuis le 1er janvier 1896	493 092
— depuis le 1er janvier 1895	414 906
Augmentation en faveur de 1896	78 186

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

33237. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus à Paris.

5e Année. — N° 106 25 Mai 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. E. HOSPITALIER. 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Le métropolitain parisien. — Un avis du préfet de la Seine inséré au *Bulletin municipal officiel* du 19 mai prévient le public « qu'une enquête est ouverte du lundi 18 mai au jeudi 18 juin 1896, dans chacune des vingt mairies de Paris et à l'Hôtel de Ville (bureau de la Voie publique), sur un avant-projet de chemin de fer métropolitain autonome, à voie étroite et à traction électrique, comportant l'établissement des lignes ci-après :

« 1° Ligne circulaire ayant les extrémités de l'un de ses diamètres à la place de l'Étoile et à la place de la Nation, franchissant la Seine, d'une part, au pont d'Austerlitz, d'autre part, à la tête de l'île des Cygnes où se trouve aujourd'hui la passerelle de Passy.

« 2° Ligne transversale allant de l'ouest à l'est, soit de la Porte-Maillot au point où le chemin de fer de Ceinture traverse en souterrain l'avenue Gambetta, dans le XXe arrondissement, et passant aux places de l'Opéra, de la Bourse et de la République.

« 3° Ligne transversale allant du nord au sud, soit de la Porte de Clignancourt à la Porte d'Orléans, passant par les Halles, traversant la Seine, dans le prolongement de la rue du Louvre, et empruntant des sections à ouvrir de la rue de Rennes et du boulevard Raspail.

« 4° Ligne reliant la transversale nord-sud à la ligne circulaire du boulevard de Strasbourg au pont d'Austerlitz, en passant par le boulevard de Magenta, la place de la République, le boulevard Richard-Lenoir, la place de la Bastille et le boulevard de la Contrescarpe.

« *Variantes.* — Pour la ligne circulaire, tracé allant de l'avenue Daumesnil au pont d'Austerlitz directement par le boulevard Diderot.

« Pour la transversale nord-sud, tracé empruntant les boulevards de Sébastopol, du Palais et Saint-Michel, jusqu'aux environs de la ligne de Sceaux prolongée, puis traversant le sous-sol du Luxembourg, pour aboutir boulevard Raspail, près du cimetière du Sud.

« *Lignes additionnelles.* — A. Ligne extérieure à la circulaire allant de la place de la Nation à la place d'Italie, par les boulevards de Picpus, de Reuilly, de Bercy et de la Gare.

« B. Ligne transversale est-ouest allant de Vincennes au Bois de Boulogne, en passant par les quais de la rive droite.

« En conséquence, les pièces de cet avant-projet seront déposées dans chacune des vingt mairies de Paris et à l'Hôtel de Ville (bureau de la Voie publique), tous les jours, de onze

heures du matin à quatre heures du soir, excepté les dimanches et jours fériés.

« Toute personne intéressée est invitée à consigner ses observations sur les registres qui seront ouverts, à cet effet, aux endroits ci-dessus désignés. »

Ainsi, trente années de discussion sur le métropolitain ont amené ce résultat que le métropolitain sera à traction électrique, mais autonome et à voie étroite, ce qui rend impossible tout raccordement avec les grandes lignes de chemin de fer sans de coûteux et compliqués transbordements. Triste, triste....

Le système métrique aux États-Unis. — La question de l'adoption du système métrique aux États-Unis semble s'approcher rapidement d'une solution satisfaisante. Dans un rapport officiel présenté récemment à la Chambre des représentants, M. C.-W. Stone, membre de la Commission des poids et mesures, vient d'exposer encore les avantages qui résulteraient, pour le pays, de l'adoption définitive de ce système. Déjà les étalons métriques ont été légalisés; le yard et la livre en sont aujourd'hui déduits par une relation numérique. Le nouveau codex est rédigé en poids métriques, et l'industrie se débarrasse de plus en plus des unités du système britannique.

Une nation progressive de sa nature, dit le rapport, ne peut pas rester plus longtemps en arrière de ce mouvement Une proposition isolée n'est pas en harmonie avec les capacités et les destinées des Américains. En 1888, les États-Unis invitèrent les États de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud à une conférence tenue à Washington, appelée à statuer, entre autres choses, sur l'adoption d'un système uniforme de poids et mesures.

Les nations appelées à la conférence, à une seule exception près, nous ont précédés pour mettre en vigueur le système métrique. D'après quel principe, les États-Unis, promoteurs de la conférence, resteraient-ils isolés, en refusant ou en retardant leur coopération à la réforme?

Les conclusions du rapport sont les suivantes :

«Le Comité, après mûre délibération s'est rallié à l'unanimité à l'avis que le système métrique devrait être rendu obligatoire dans tous les actes officiels, à une date permettant de préparer convenablement la réforme, il deviendrait d'un usage général à une date ultérieure qui reste à fixer. Le Comité juge prudent d'adopter pour cette réforme un délai un peu plus étendu qu'on ne l'avait pensé d'abord, et qui serait plus en harmonie avec la durée moyenne à laquelle les autres nations s'étaient arrêtées. En conséquence, le Comité recommande que le système métrique soit seul employé dans les actes officiels, à partir du 1er juillet 1898, et qu'il devienne seul légal dans tout le pays, le premier jour du vingtième siècle, savoir le 1er janvier 1901. »

Par 119 voix contre 117, la Chambre des représentants vient de sanctionner les conclusions du rapport, qui a été cependant renvoyé à la Commission pour quelques modifications de détail à y apporter.

La lumière éthérique. — La lampe à incandescence est-elle le dernier mot de l'éclairage électrique? Ne sera-t-il pas possible de substituer aux foyers incandescents actuels, d'un éclat intrinsèque relativement élevé, de grands tubes luminescents versant dans une enceinte un éclairement général uniforme? Si la réponse n'est pas encore affirmative au point de vue industriel, elle l'est sans conteste au point de vue de la possibilité de réalisation d'un semblable éclairage, car le 22 avril dernier, au 105e meeting de l'*American Institute of Electrical Engineers*, M. D. Mc Farlan Moore, de Newark, a fait une communication sur les progrès récents de l'éclairage par tubes à vide et a complètement éclairé la salle des séances à l'aide de ces tubes suspendus horizontalement sous forme d'une double galerie entourant la cimaise de cette salle. Les chiffres permettant de comparer les valeurs relatives de la lumière électrique à la lumière incandescente font encore défaut, mais quels que soient les progrès que réclame le système avant de passer dans le domaine de la pratique, M. Moore n'en a pas moins obtenu un résultat intéressant sur lequel nous reviendrons pour décrire les dispositifs ingénieux, quelques-uns absolument nouveaux et personnels, employés par l'inventeur pour atteindre ce résultat. Faisons remarquer que le système ne modifie rien à la distribution proprement dite; les appareils de M. Moore se branchent sur le secteur de distribution et peuvent dès maintenant s'appliquer dans tous les cas où l'on fait passer l'effet à obtenir avant la dépense.

Distinction honorifique. — Par décret en date du 23 avril 1896, M. Marinovitch (Bélisaire), sujet serbe, ingénieur civil à la Compagnie des Théâtrophones, a été nommé chevalier de l'ordre national de la Légion d'honneur. Titres exceptionnels : 16 ans de service; s'est signalé par l'invention d'un transmetteur d'ordres pour les tourelles marines.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Angers. — *Traction électrique.* — La question des tramways électriques urbains, dont nous avons déjà parlé (n° 88, **1895**, p. 351) lorsque ce projet a été déclaré d'utilité publique, vient d'être définitivement résolue; nous apprenons, en effet, que le maire de la ville d'Angers vient de prendre un arrêté relatif à la circulation des voitures et des piétons sur les voies que doivent traverser les tramways électriques.

Le tracé sur la place du Ralliement a été modifié : au lieu de traverser le terre-plein, les tramways le contourneront; la Compagnie éclairera, en outre, la place à la lumière électrique. Le tracé des tramways a été prolongé : du côté de la Chalouère, jusqu'au marché aux chevaux; sur la route de Paris, jusqu'à la Brisepotière, lorsque la caserne d'infanterie y sera construite. En outre, à la suite de nombreuses pétitions recouvertes de 5000 signatures, le concessionnaire a signé l'engagement de prolonger la ligne des tramways jusqu'à la caserne du génie, de manière à desservir le quartier de Frémur.

Ainsi complété, le réseau d'Angers comprendra 28 km, dont 15 km de lignes suburbaines.

Les travaux sont poussés avec activité; la Compagnie de Fives-Lille a déjà commencé la pose de la ligne aérienne; on parle d'inaugurer le réseau dans le courant du mois prochain.

Attigny (Ardennes). — *Éclairage.* — L'éclairage électrique qui fonctionnait déjà dans deux établissements industriels importants d'Attigny vient, grâce à l'initiative de M. Léon Canon, d'être étendu à la ville entière.

Mansle (Charente). — *Éclairage.* — La municipalité de Mansle vient d'adopter en principe l'éclairage de la ville par la lumière électrique. Une concession de vingt ans serait accordée à M. Clavé, propriétaire des grands moulins de la Terne, près Luxé.

Montbéliard. — *Éclairage.* — Le Conseil d'administration de la Société du Gaz de Montbéliard s'était depuis longtemps préoccupé des moyens de faire profiter les habitants de cette ville des avantages si nombreux qu'offre une distribution d'énergie électrique. Il avait demandé à une importante maison

de construction un projet basé sur le chiffre de consommation qu'il considérait comme probable. D'après cette étude, l'énergie électrique serait livrée aux consommateurs exclusivement au compteur. Le prix serait de 1,20 fr le kw-h. L'installation particulière serait à la charge du consommateur, depuis et y compris la prise sur les conduites de la voie publique; elle comporterait au moins un compteur. Si l'éclairage était demandé pour une maison (ou un groupe de maisons) isolée ou trop éloignée des conduites principales, la Société ne se considérerait pas comme engagée à l'amener à ses frais devant cet immeuble.

A l'exemple de ce qui se fait dans beaucoup de centres de distribution d'énergie électrique, la Société demanderait aux abonnés l'engagement d'un chiffre minimum de consommation qui serait payé même dans le cas où la consommation réelle n'atteindrait pas ce chiffre minimum.

Narbonne. — *Éclairage.* — L'éclairage électrique fait chaque jour de nouvelles conquêtes, c'est ainsi que le Midi, ne voulant pas être en retard, se signale chaque jour par de nouvelles installations; hier c'était Alais, aujourd'hui c'est Narbonne.

La Compagnie du Gaz ayant refusé de transformer son mode d'éclairage et ayant sur ce point laissé toute liberté à la ville, l'administration municipale a traité avec la Société méridionale d'électricité.

Voici ce qui a été convenu dans ce traité fait de gré à gré :

La Société méridionale d'Électricité s'engage, moyennant le prix annuel forfaitaire, à éclairer pendant 30 années la ville de Narbonne.

Pendant les 10 premières années, les établissements communaux seront éclairés gratuitement et l'installation des appareils sera faite aux frais de la Société.

A la fin du présent traité, tout l'appareillage deviendra la propriété de la ville.

Pendant les 10 premières années, tous les appareils nouveaux, dont le besoin se fera sentir, seront fournis gratuitement par la Compagnie, sans augmentation du prix forfaitaire.

Le soumissionnaire est M. Estrade, directeur de la Société méridionale. Il devra fournir un cautionnement de 25 000 fr d'inscriptions hypothécaires.

La Société s'engage à installer, sur les boulevards, quais et principales voies, 56 lampes à arc de 10 ampères et, pour l'éclairage des rues, 764 lampes à incandescence d'un pouvoir éclairant de 16 bougies chacune.

Actuellement, l'éclairage représente 9000 bougies; il en représentera 45 000 avec le nouveau traité.

Les particuliers paieront à l'avenir un maximum de 9 centimes les 100 watts-heure, au lieu de 12 centimes qu'ils paient le m^3 à la Compagnie du gaz.

En échange de ces concessions, la Société d'électricité demande que le privilège de l'éclairage électrique lui soit exclusivement réservé; la Compagnie du gaz pourra, comme par le passé, fournir aux particuliers son mode d'éclairage.

Ce traité a été approuvé par le Conseil municipal.

Paimpol (Côtes-du-Nord). — *Éclairage.* — La municipalité de Paimpol vient d'informer le public que des propositions pour l'installation d'une distribution d'énergie électrique dans cette ville lui avaient été faites par M. Rousseau, de Paris, ainsi que par M. de Fages, de Lannion; ces deux projets sont déposés à la mairie où une commission spéciale est chargée de les examiner.

Perpignan. — *Extension de l'éclairage.* — On va bientôt commencer l'installation dans cette ville d'un nouveau groupe électrogène Willans-Thury, d'une puissance de 120 kw. Ce groupe consistera en une machine Willans à double expansion et à 3 manivelles développant 210 chevaux indiqués sous une pression de vapeur de 8,5 kgr : cm^2, à la vitesse de 450 tours par minute, actionnant directement une dynamo Thury de 120 volts et 1000 ampères.

L'installation de ce groupe était devenue depuis quelque temps indispensable, par suite du nombre toujours croissant de lampes installées, nombre qui dépasse aujourd'hui 30 500, rien qu'en ce qui concerne l'éclairage des particuliers. L'éclairage public ne fonctionne pas encore, quoique le Conseil d'État ait rendu sa décision (n° 89, **1895**, p. 377) dans le différend qui divisait la ville et le concessionnaire, M. Edmond Bartissol. On sait qu'aux termes du contrat passé entre la ville et ce dernier, celui-ci s'engageait à remplacer l'éclairage au gaz existant par des lampes à incandescence de 10 et 20 bougies, tout en consentant une réduction de 30 pour 100 sur le prix payé jusqu'à présent par la ville à la Compagnie du Gaz. Étant donné le sacrifice consenti par le concessionnaire, l'alimentation des lampes de l'éclairage public devait se faire au moyen de lignes aériennes. C'est ce point qui a soulevé le différend que vient de trancher le Conseil d'État en faveur de M. Bartissol.

Poitiers. — *Traction électrique.* — Le Conseil municipal de Poitiers vient de décider l'installation d'une ligne de tramways électriques allant de la gare au faubourg du Pont-Neuf, en passant par la place d'Armes et le faubourg de la Tranchée.

Pontivy (Morbihan). — *Traction électrique.* — Au nom de la Commission des finances, M. Dejean donne lecture de son rapport sur la question des tramways électriques.

M. Dejean passe en revue les propositions faites par M. Laval par M. Cauderay (fil aérien, système à trolley) et par M. de Brancion (fil souterrain, système Diatto, avec prises de courant de 6 m en 6 m).

M. Dejean examine les divers systèmes point par point et conclut en proposant l'adoption du système Diatto.

M. Dejean fait connaître que M. de Brancion offre de verser à la ville 300 000 fr comme garantie du bon fonctionnement de ce nouveau système que les villes de Tours et de Saint-Nazaire viennent d'adopter. En outre, M. de Brancion versera un cautionnement de 100 000 fr comme garantie de l'exécution du traité.

M. Bougnot combat le système Diatto; il soutient les propositions de M. Cauderay.

MM. Gauthier-Claudius et Ruban combattent tout système de tramways : il faut conserver *les omnibus*. O éternelle routine, quand abandonneras-tu ce siècle de progrès?

Le Conseil appelé à se prononcer sur la proposition de M. Gauthier-Claudius rejetant tout système de tramways, repousse cette proposition à l'unanimité moins deux voix : celles de MM. Gautier et Ruban naturellement.

En conséquence, il est entendu que M. le maire est autorisé à traiter avec M. de Brancion.

Les conditions principales du traité sont : la concession du traité durera quarante ans (sans créer de monopole); M. de Brancion versera un cautionnement de 100 000 fr, plus 300 000 fr pendant six mois pour garantir le bon fonctionnement de son système; il installera trois lignes de tramways, allant de la place Alsace-Lorraine à Keriado, à Kerjulaude et à la Perrière. Il établira une ligne aboutissant à un point de la côte sur le territoire de Plœmeur. Le coût du voyage sur le territoire de Lorient sera de 10 centimes avec correspondance gratuite de ligne à ligne.

Saint-Dié. — *Éclairage.* — L'éclairage de cette ville en projet depuis longtemps déjà (n°s 49, 50, **1894**, p. 3 et 27, et n° 73, **1895**, p. 4) sera réalisé d'ici peu; dans sa dernière séance le Conseil municipal a adopté les termes d'un cahier des charges présenté par M. Camille Duceux, relatif à l'établisse-

ment de câbles destinés à la transmission de l'énergie électrique.

Aux termes de ce projet, la Société adjudicataire aurait, pour une durée de 25 années, l'autorisation de procéder à l'installation et à l'exploitation de l'électricité comme éclairage et force motrice. Pendant les 10 premières années, la ville n'accorderait aucune autre autorisation; mais, passé ce délai, elle redeviendrait libre d'en accorder d'autres du même genre.

La Société sera tenue de fournir, dans les conditions de ses polices, l'électricité à toute personne qui la demandera et qui habitera dans des voies desservies. Sous condition d'un minimum de consommation, les personnes résidant en dehors des voies desservies pourront également contracter un abonnement. Les abonnés auront le droit absolu de faire procéder à leur installation par un entrepreneur de leur choix.

Le projet de cahier des charges prévoit en outre, dit la *Gazette vosgienne*, les conditions de retrait de la concession et réserve pour la ville le droit de rachat, à toute époque, après les dix premières années de la durée de l'autorisation.

Ce projet va être soumis aux Sociétés qu'il intéresse.

Saint-Étienne. — *Traction électrique.* — Par décret du 24 mars 1896 : Est déclaré d'utilité publique l'établissement dans le canton sud-est et aux abords de la ville de Saint-Étienne, suivant les dispositions générales du plan ci-dessus visé, d'un réseau de tramway à traction électrique, destiné au transport des voyageurs et des marchandises et comprenant les lignes suivantes : 1° Ligne de la place Dorion au Rond-Point; 2° Ligne de Châteauroux à la Rivière, avec embranchement sur Bellevue; 3° Ligne de la place Dorian à la Badouillère; 4° Embranchement industriel de Bérard; 5° Embranchement industriel de Villebœuf; 6° Embranchement industriel de la Brasserie nationale.

Sont approuvés : 1° La convention passée le 25 octobre 1895 entre le préfet de la Loire, au nom du département, et le maire de Saint-Étienne, au nom de la ville, pour la concession du réseau de tramways susmentionnés; 2° la convention passée le 25 octobre 1895 entre le maire de Saint-Étienne, au nom de la ville, et MM. Grammont et Faye pour la rétrocession de l'entreprise.

Saint-Nazaire. — *Traction électrique.* — Le Conseil municipal a adopté, à l'unanimité des membres présents, le projet de création d'une ligne de tramways électriques entre Saint-Nazaire et Trignac, Montoir et Saint-Joachin d'une part, et Villez-Martin, Saint-Marc et Pornichet d'autre part.

Vence (Alpes-Maritimes). — *Station centrale.* — Le Conseil municipal de cette ville vient d'adopter le projet d'éclairage électrique qui avait déjà fait l'objet de nombreuses délibérations.

A l'unanimité de tous les conseillers présents, le Conseil concède pour une période de 50 ans à MM. A. Pascal et Bourge, ou à la Société qui leur sera substituée, le droit exclusif d'établir dans la commune de Vence les fils et câbles nécessaires pour la distribution à domicile de l'énergie électrique.

Pour actionner ses dynamos, la Compagnie électrique concessionnaire utilisera, avec une turbine de 25 chevaux, les eaux du Riou et des Sourcets en tête de la conduite en fonte du siphon de la Nubiane.

En dehors des heures de l'éclairage public et des particuliers, les concessionnaires mettront à la disposition de l'industrie 20 chevaux-vapeur, à distribuer selon les besoins des usines.

Le contrat porte également qu'à l'expiration de cette concession d'éclairage public et privé, l'usine électrique et toutes les canalisations deviendront la propriété de la commune.

ÉTRANGER

Pozoblanca (Espagne). — *Éclairage.* — La station centrale construite dans le but d'éclairer cette ville électriquement vient d'être mise en exploitation après essais satisfaisants.

Dans d'autres villes notamment, celle d'Esparagnas et Arbuchias, la question de l'éclairage électrique est activement étudiée.

Prague (Autriche-Hongrie). — *Traction électrique.* — Une ligne de tramways électriques vient d'être inaugurée dans cette ville. Le courant est fourni par une station centrale contenant 2 moteurs à vapeur d'une puissance de 120 chevaux chacun, qui actionnent 4 dynamos de 20 kw. Le courant est distribué à l'aide de conducteurs aériens. Les voitures sont au nombre de 20, dont 12 automotrices, ces dernières sont munies chacune de 2 moteurs de 10 chevaux. 5 autres voitures sont actuellement en construction pour être employées sur le même réseau.

Prangins (Suisse). — *Éclairage* — Un comité d'initiative ayant à sa tête MM. Falconnier, préfet, et Baup, banquier à Nyon, vient de se constituer pour éclairer cette petite ville et les nombreuses villas qui l'environnent au moyen de l'électricité. La Promenthouse fournirait l'énergie nécessaire.

Strasbourg. — *Éclairage* — Bientôt le port de Strasbourg sera éclairé électriquement. Une station centrale, située près de la porte Schirmech, alimentera 22 lampes à arc disséminées aux abords du port, dans les hangars, entrepôts, bureaux, etc.; 390 lampes à incandescence complètent cet éclairage. Il est probable que le courant électrique sera en outre utilisé comme force motrice pour le service des grues et des élévateurs.

Zurich. — *Éclairage.* — La Compagnie d'électricité de cette ville vient de voter un nouveau crédit de 300 000 fr, qui seront employés aux agrandissements de l'usine actuelle et à l'installation de nouvelles machines, dont le rendement permettra à la Compagnie de diminuer les prix d'abonnement, et, par ce moyen, d'en avoir de nouveaux.

CORRESPONDANCE

Les feeders des tramways de Rouen.

En lisant l'article de votre numéro du 25 avril, concernant le nouveau réseau de tramways électriques de Rouen, nous remarquons une erreur que nous nous permettons de vous signaler. Les feeders de 200 mm², qui ont été fournis et posés par notre Société, sont isolés non au caoutchouc, mais au jute imprégné de substance isolante, recouvert de 2 tubes de plomb et d'une armature de feuillard. Ce sont les raccords de cette canalisation souterraine à la ligne aérienne, de 8,25 mm, qui sont isolés par de fortes couches de caoutchouc.

Nous vous serions très obligés, si vous le jugez utile, de porter cette rectification à la connaissance de vos nombreux lecteurs.

Veuillez agréer, etc.

Paris, 16 mai 1896,

Pour l'administrateur délégué de la Société industrielle des téléphones.

Le Secrétaire général.

Signé : (Illisible).

LES LOIS FONDAMENTALES DE L'INDUCTION
ET LES THÉORIES DE M. MARCEL DEPREZ

Cet article, que nous n'aurions jamais écrit sans un concours tout spécial de circonstances, nous est inspiré par un mémoire présenté à l'*Académie des sciences* par M. Marcel Deprez, dans sa séance du 11 mai 1896. Ce mémoire ne tend rien moins qu'à renverser les lois fondamentales du circuit magnétique ainsi que celles de l'induction, et à leur substituer une théorie nouvelle dont la portée et l'utilité sont loin d'être évidentes, en dépit de l'autorité et de la haute situation scientifique de leur auteur. Mais avant d'exposer nos objections, il est utile de mettre sous les yeux de nos lecteurs, *in extenso*, la Note de M. Marcel Deprez.

La voici, intégralement reproduite d'après les Comptes rendus, p. 1027-1030:

Sur le rôle du noyau de fer de l'induit dans les machines dynamo-électriques, par M. Marcel Deprez. — « On sait que l'induit d'une machine dynamo-électrique, dont l'enroulement est fait suivant le principe de Pacinotti, donne une force électromotrice beaucoup plus faible lorsque le noyau de fer est remplacé par un noyau en bois ou en toute autre substance isolante. L'augmentation considérable d'effet obtenue avec le noyau de fer est due à deux causes qui sont : 1° l'augmentation de la force électromotrice développée dans la partie de spires de l'enroulement qui est extérieure au noyau de fer; 2° la diminution de la force électromotrice développée dans la portion de ces mêmes spires qui est intérieure au noyau de fer.

« On explique ces deux effets de la manière suivante : La présence de l'anneau de fer dans l'espace circulaire laissé libre entre les pièces polaires des inducteurs diminue beaucoup la *réluctance* du circuit magnétique et augmente par suite l'intensité du flux de force magnétique des inducteurs qui est donnée approximativement, comme on le sait, par la formule

$$\mathcal{F} = \frac{4\pi n I}{\mathcal{R}},$$

dans laquelle $\mathcal{R}$ représente la somme des réluctances des pièces de fer (inducteurs et induit) qui constituent le circuit magnétique et de la couche d'air comprise entre les pièces polaires et le noyau de fer induit. S'il n'y avait pas de noyau de fer dans l'induit, cette couche d'air aurait une épaisseur et par suite une réluctance considérable; en la diminuant considérablement par la présence du noyau de fer induit, on diminue d'autant la réluctance totale du circuit magnétique et on augmente $\mathcal{F}$ jusqu'à une limite qui correspond au cas où le noyau de fer viendrait toucher les pièces polaires.

« Quant à la diminution de la force électromotrice, développée dans la partie intérieure des spires de l'induit, elle serait due à ce que le flux de force émané de l'inducteur, trouvant dans le fer du noyau induit un chemin beaucoup moins résistant que l'espace aérien compris dans le cercle intérieur de ce noyau, passe en très grande partie par la partie métallique du noyau de fer et par conséquent ne coupe pas les fils intérieurs des spires. La faible portion du flux total qui traverse la zone intérieure du noyau contribue donc seule à la production de la force électromotrice nuisible, et l'on peut la rendre absolument négligeable en donnant à la partie annulaire du noyau une grande épaisseur.

« Telle est, en peu de mots, la théorie aujourd'hui enseignée partout et reproduite avec figures à l'appui dans tous les Traités d'électricité. Dans ces figures, les flux de force magnétique sont représentés par des lignes émergeant normalement des pièces polaires et pénétrant ensuite dans le noyau de fer induit dont elles parcourent symétriquement les deux demi-zones annulaires métalliques sans pénétrer dans la zone intérieure.

« Cette manière d'expliquer la raison pour laquelle les fils intérieurs ne produisent pas de force électromotrice paraît corroborée par l'examen des fantômes magnétiques, obtenus au moyen de la limaille de fer projetée dans les régions extérieure et intérieure à l'anneau de fer. Ces fantômes indiquent, en effet, un champ très énergique à l'extérieur de l'anneau et très faible à l'intérieur. Il est donc naturel de penser que la théorie actuelle est exacte, puisqu'elle semble en parfait accord avec les faits. On peut la résumer en disant que l'emploi du fer placé dans un champ magnétique permet de modifier arbitrairement la distribution des flux de force de ce champ et de les empêcher de passer dans une région de l'espace où leur présence serait nuisible, pour les rejeter dans une autre où elle devient utile.

« S'il en était réellement ainsi, on pourrait facilement utiliser cette propriété du fer pour construire une machine capable d'engendrer un courant rigoureusement continu par le déplacement d'un circuit fermé rigide dans un champ magnétique uniforme. On sait que ce résultat ne peut être obtenu lorsque le circuit est constitué par un fil formant une ou plusieurs spires complètes ne contenant pas de fer, parce que les flux de force du champ magnétique déterminent dans l'ensemble du circuit induit des forces électromotrices qui se neutralisent. Ceci va devenir plus clair par l'exemple suivant.

« Supposons que, sur un disque en bois capable de tourner autour d'un axe horizontal dans un champ magnétique uniforme dont les lignes de force sont parallèles à l'axe de rotation, on fixe un fil métallique rectiligne allant du centre à la circonférence. Si l'on imprime à ce disque un mouvement de rotation, la force électromotrice développée aura pour expression

$$n\pi r^2 \mathcal{H}$$

n étant le nombre de tours par seconde; r la longueur

du fil comptée depuis le centre; $\mathcal{H}$ étant l'intensité du champ supposé uniforme.

« L'expérience étant faite, entourons le fil d'un tube de fer très épais, de même longueur que lui, et remettons le système en mouvement à la même vitesse. Si l'on répète la construction graphique qui se trouve reproduite dans tous les Traités d'électricité lorsque l'on veut expliquer le rôle du noyau de fer des machines Pacinotti, on trouve que les lignes de force du champ magnétique ne pénètrent pas dans la zone intérieure du tube de fer et ne peuvent, par conséquent, développer dans le fil tournant aucune force électromotrice. Si le tube avait une épaisseur insuffisante, la même théorie classique nous apprend qu'une partie du flux de force pénétrerait dans la zone intérieure et développerait dans le fil une force électromotrice d'autant plus considérable que l'épaisseur du tube protecteur serait plus faible.

« Quand on fait l'expérience, on constate que, quelle que soit l'épaisseur du tube, la force électromotrice développée est *rigoureusement* la même que s'il n'y avait pas de tube. S'il en était autrement, il serait facile de construire une machine à courant rigoureusement continu sans balais et sans collecteurs donnant une force électromotrice aussi grande qu'on voudrait.

« La conclusion à tirer de cette expérience, c'est que les flux de force magnétique traversent le fer exactement comme les autres métaux. Quant à l'explication complète de l'expérience que je viens de signaler et que j'ai faite pour la première fois il y a trois ans, ainsi que des conséquences qui en découlent pour l'analyse du rôle de l'anneau de fer des machines du genre Pacinotti, je la ferai connaître dans une prochaine communication.

« Je me contenterai, quant à présent, de signaler les conséquences suivantes de la théorie nouvelle dont je viens d'exposer le principe.

« *a*. Lorsque plusieurs masses magnétiques sont réparties d'une manière quelconque dans l'espace, les flux de force de chacune d'elles se propagent comme si les autres masses n'existaient pas.

« *b*. La force appliquée à une masse magnétique égale à l'unité placée en un point quelconque de l'espace a pour expression la valeur du *champ résultant* en ce point et la valeur de cette résultante est indépendante de l'état de repos ou de mouvement des masses agissantes; elle ne dépend que de leur intensité magnétique et de leurs coordonnées.

« *c*. La force électromotrice d'induction développée sur un élément de conducteur est, au contraire, une fonction du mouvement relatif que pourrait avoir cet élément par rapport à chacune des masses agissantes. Si, par exemple, l'une des masses agissantes est liée à l'élément induit de façon à être en repos relatif par rapport à lui, elle ne produira sur lui aucune force électromotrice d'induction.

« *d*. Il résulte de là que l'on ne peut nullement conclure la force électromotrice d'induction développée dans un conducteur par un ensemble de masses magnétiques dont les unes sont fixes (inducteurs), tandis que les autres sont en mouvement (armature), de l'examen des fantômes magnétiques qui existent dans les régions parcourues par le fil induit. »

L'expérience à laquelle M. Marcel Deprez fait allusion dans ce mémoire n'est autre que celle du disque classique de Faraday, et l'expression donnée pour valeur de la force électromotrice développée par la rotation est parfaitement exacte; mais, et c'est là le point essentiel, le tube de fer dont on entoure le fil ne modifie en rien, dans la théorie classique, la grandeur de cette force électromotrice. Pour un tour de l'induit, le flux de force balayé par le conducteur, *entouré ou non d'un tube de fer*, sera toujours le même, et il n'était pas besoin de faire l'expérience pour arriver à cette conclusion. La construction graphique qui se trouve dans tous les traités d'électricité est parfaitement légitime, et dans son principe, et dans ses conséquences, et l'on ne saurait en tirer les conclusions auxquelles arrive l'auteur pour étayer une théorie nouvelle dont nous attendons l'énoncé précis avec une certaine curiosité.

Le phénomène est d'ailleurs des plus simples : le tube de fer entourant le fil dans la seconde expérience modifie la forme du champ dans le voisinage du conducteur, mais c'est là une modification *purement locale* qui se transporte avec le conducteur lui-même, et qui ne change absolument rien à la valeur totale du flux coupé, car lorsque le fil a fait un tour et décrit un cycle, il se retrouve exactement dans les mêmes conditions, sauf qu'il a balayé tout le flux traversant la surface décrite par le conducteur, avec ou sans noyau de fer.

Lorsque l'anneau tourne, il laisse le flux de force immobile dans l'espace, tandis que le tube en fer, dans l'expérience de M. Marcel Deprez, modifie incessamment la répartition du flux dans le champ. Dans les premières dynamos à tambour de Siemens, construites en 1875, pour assurer la fixité du champ, et aussi pour éviter les pertes dues à l'hystéréris et à l'échauffement du fer par courants de Foucault, M. Hefner Alteneck avait combiné un dispositif mécanique assez compliqué pour immobiliser le fer à l'intérieur de l'induit pendant la rotation de l'induit. On renonça bientôt à ce dispositif, car le fer doux et convenablement laminé donne les mêmes résultats, au point de vue du flux, que le fer immobile. Il n'en est pas de même avec le tube de M. Marcel Deprez.

M. A. Potier, à qui nous faisions part de nos objections à la Note de M. Marcel Deprez, a trouvé un argument décisif pour en démontrer le mal fondé; nous ne résistons pas au plaisir de le reproduire. Le voici en substance :

« Lorsqu'un nageur traverse une rivière, il traverse ou coupe — c'est une façon de parler et une comparaison — tous les filets liquides à sa surface : revêtons ce nageur d'un vêtement, imperméable ou non, il n'en traversera ou

coupera pas moins tous les filets liquides à sa surface. »

L'erreur commise par M. Marcel Deprez vient de ce qu'il a comparé deux cas qui n'ont entre eux aucune analogie, et qui ne comportent pas, par suite, les mêmes déductions. Dans le cas de l'anneau Gramme, chacune des spires formant l'enroulement se compose de deux parties dont l'une se déplace dans un champ intense et l'autre dans un champ faible; nous recueillons à chaque instant la somme algébrique des forces électromotrices. Dans le cas de l'expérience de M. Marcel Deprez, le fil unique traverse un champ uniforme simplement perturbé dans son voisinage par la présence du fer lorsqu'il y en a, sans que cette perturbation locale modifie la grandeur du flux coupé ou balayé pendant une révolution complète du disque.

Nous attendons avec impatience le développement de la théorie pro...is par M. Marcel Deprez, mais les conséquences qu'il en tire dès à présent ne vont pas sans d'expresses réserves que nous allons formuler.

a. S'il s'agit de masses magnétiques m, m'..., émettant chacune un flux de force magnétique égal à $4\pi m$, $4\pi m'$..., dans un milieu de perméabilité égal à s, l'énoncé de M. Marcel Deprez est exact, mais il n'est que la traduction de la formule classique du potentiel magnétique en un point dû à plusieurs pôles. S'il faut entendre par masses magnétiques, des corps de perméabilité variable et n'émettant pas elle-même un flux de force défini, l'énoncé perd toute signification.

b. Nous renonçons à comprendre cette deuxième conséquence : une force dont l'expression est la valeur d'un champ constitue une notion trop élevée et trop abstraite pour notre modeste intellect.

c. Cette conséquence est exacte, avec cette réserve essentielle que la masse agissante mobile a modifié, par sa présence, le champ dans lequel elle se meut : dans l'expérience de M. Marcel Deprez, cette modification n'altère en rien le champ; dans l'anneau Pacinotti, au contraire, la présence du noyau de fer a pour effet d'augmenter beaucoup le champ dans lequel se meut le fil extérieur de la spire et de diminuer celui dans lequel se meut la spire intérieure. Le flux de force des inducteurs est modifié en grandeur et en direction par la présence du noyau de fer, que celui-ci soit mobile ou immobile.

d. Quel que soit le sens donné par M. Marcel Deprez au mot *masse magnétique*, cette dernière conséquence est absolument inexacte, car, depuis dix ans, on calcule avec une précision de l'ordre des centièmes les dimensions des machines dynamo-électriques en appliquant les lois du circuit magnétique et celles de l'induction en appliquant les lois ordinaires de l'induction et celles de l'induction magnétique.

La théorie classique n'a donc, jusqu'à nouvel ordre, rien à redouter de la théorie nouvelle, théorie dont les conséquences sont, à notre avis, les unes obscures, les autres inexactes. E. Hospitalier.

SUR LE DÉCALAGE DANS UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE

PAR

COURANTS ALTERNATIFS SIMPLES OU TRIPHASÉS

I. — Décalage au point d'utilisation

Considérons une distribution à courant alternatif simple desservant simultanément des appareils à inductance, tels que des moteurs asynchrones, absorbant ensemble une puissance P et produisant un retard de phase du courant φ, et des appareils sans inductance, tels que des lampes à incandescence, consommant une puissance P'.

Admettons que la résistance des conducteurs reliant les appareils récepteurs au point de distribution considéré soit assez faible pour qu'on puisse la négliger.

Soit OX une droite qui, en tournant autour du point O, en sens inverse des aiguilles d'une montre, représentera la phase de la tension au point de distribution. Menons OC faisant avec OX l'angle φ, et portons sur OX les longueurs OA et AB représentant les puissances P et P'.

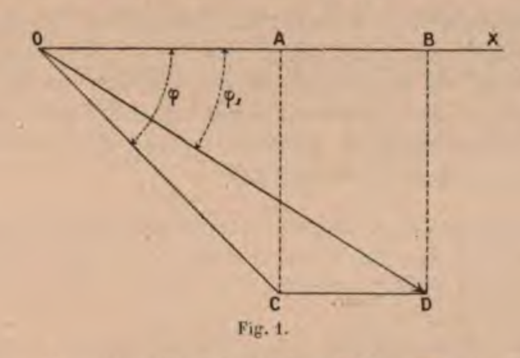


Fig. 1.

Élevons les perpendiculaires AC et BD sur OX, et menons CD parallèle à OX : OD est, en grandeur et en phase, la puissance apparente au point de distribution, et l'angle BOD est l'angle résultant φ_1 de retard de phase du courant. En effet, OC et CD sont proportionnels au courant décalé et au courant non décalé. Le courant résultant est donc suivant OD. Ce courant multiplié par la tension et par cos φ_1 donne $P + P' = OA + AB$.

On a :

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{BD}{OA + AB} = \frac{AC}{OA + AB} = \frac{P \operatorname{tg}\varphi}{P + P'}. \quad (1)$$

D'où l'on tire

$$\cos\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{P \operatorname{tg}\varphi}{P + P'}\right)^2}}. \quad (2)$$

Admettons qu'on ait dans le cas de moteurs d'induction :

$$\cos\varphi = 0{,}7 \quad \varphi = \frac{\pi}{4} \quad \operatorname{tg}\varphi = 1.$$

Les relations (1) et (2) deviennent alors

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{P}{P + P'}, \qquad (3)$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{P}{P+P'}\right)^2}}. \qquad (4)$$

Du reste, la méthode de calcul la plus simple consiste à déterminer $\operatorname{tg} \varphi_1$ au moyen des relations (1) ou (3), puis à chercher $\cos \varphi_1$ sur une table trigonométrique.

Soit E_1 la tension au point d'utilisation. Les courants dans les deux séries de récepteurs sont

$$\frac{P}{E_1} \cdot \frac{1}{\cos \varphi} \quad \text{et} \quad \frac{P'}{E'}.$$

Les côtés du triangle *OCD* représentent, à un facteur près, les deux courants composants et le courant résultant *I* dans leurs phases relatives.

Exemple. — Soit $\cos \varphi = 0{,}7$ et $P = P'$; on a alors

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{P}{2P} = \frac{1}{2},$$

$$\cos \varphi_1 = 0{,}895.$$

Remarque I. — Si l'on avait affaire à des récepteurs produisant une avance de phase, tels que des appareils possédant de la capacité ou des moteurs synchrones surexcités, on déterminerait d'une façon analogue l'angle de décalage résultant. Seulement l'angle φ devrait être porté au-dessus de la droite *OX*.

Remarque II. — Dans le cas de courants triphasés, on calculera de la même façon le courant et l'angle de décalage résultant à chacune des trois bornes.

II. — DÉCALAGE A L'USINE GÉNÉRATRICE

Portons sur la droite OX (fig. 2) une longueur OM représentant la tension E_1 au point de distribution, et menons OZ faisant avec OX l'angle φ_1 que nous avons

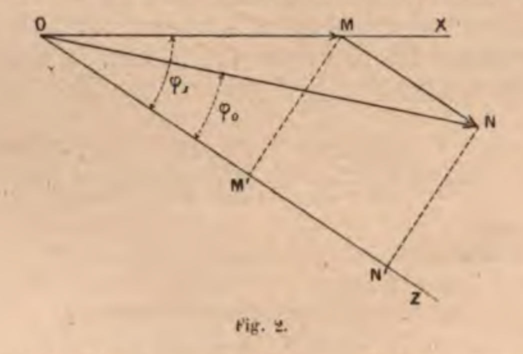


Fig. 2.

déterminé plus haut, c'est-à-dire l'angle de la différence de phase entre la tension au point de distribution et le courant *I* dans la ligne.

Soit *R* la résistance de cette dernière que nous supposons sans réductance ni capacité. Menons MN parallèle à OZ et égal à *RI*. ON représente évidemment la tension E_0 à l'origine de la ligne, et l'angle NOZ mesure la différence de phase φ_0 entre la tension à l'origine et le courant fourni par l'usine génératrice.

Tirons *MM'* et *NN'* perpendiculaires sur *OZ* ; on a :

$$\sin \varphi_0 = \frac{NM'}{ON} = \frac{MM'}{E_0},$$

$$\sin \varphi_1 = \frac{MM'}{OM} = \frac{MM'}{E_1}.$$

D'où

$$\frac{\sin \varphi_0}{\sin \varphi_1} = \frac{E_1}{E_0}, \qquad (5)$$

c'est-à-dire que les sinus des différences de phase entre la tension et le courant sont inversement proportionnels aux tensions aux points correspondants.

On déduit de la relation (5) :

$$\cos \varphi_0 = \sqrt{1 - \frac{E_1^2}{E_0^2}(1 - \cos^2 \varphi_1)}. \qquad (6)$$

La relation (5) montre que la différence de phase à l'usine génératrice est plus petite qu'à l'extrémité de la ligne.

Remarque I. — Si P_0 est la puissance à l'origine, et P_1 la puissance à l'extrémité de la ligne, on a évidemment.

$$P_0 = P_1 + RI^2 \qquad (7)$$

ou

$$E_0 I \cos \varphi_0 = E_1 I \cos \varphi_1 + RI^2. \qquad (8)$$

Remarque II. — Dans le cas de courants triphasés, il suffit de remplacer, dans la construction précédente, *RI* par $RI\sqrt{3}$ porté suivant *MN* faisant avec *OX* l'angle φ_1.

Dans la seconde expression *R* désigne la résistance de l'un des trois conducteurs égaux, et *I* le courant qui y circule.

J. RODET,
Ingénieur des arts et manufactures.

SUR UN
NOUVEAU SYSTÈME D'ÉLECTRODYNAMOMÈTRE

Dans le système qui va être exposé, nous avons cherché à réaliser des appareils industriels, sans aimant, ni ressort, ni fer doux, ne comportant, par conséquent, aucun élément susceptible de varier, et dans lesquels on puisse compter sur la permanence absolue et indéfinie du réglage. Ces appareils jouissent, en outre, de la propriété de fournir des indications exactement *proportionnelles* aux grandeurs mesurées, ce qui supprime l'*étalonnage* individuel, et permet de tracer *a priori* les cadrans, d'ailleurs identiques pour tous les appareils d'un même type.

Théorie du système. — Nous décrirons d'abord le dispositif dynamométrique sur lequel est fondé le système, en l'isolant de la partie électrique, et en le considérant comme un simple instrument de pesage. Soit, figure 1, un schéma du dispositif : EHF est une équerre oscillant en H, sur laquelle agit la force à mesurer F ; cette équerre est en connexion, par une bielle B, avec le balancier à contrepoids GP, la bielle B étant de longueur telle que les deux bras GK et EH soient verticaux en même temps,

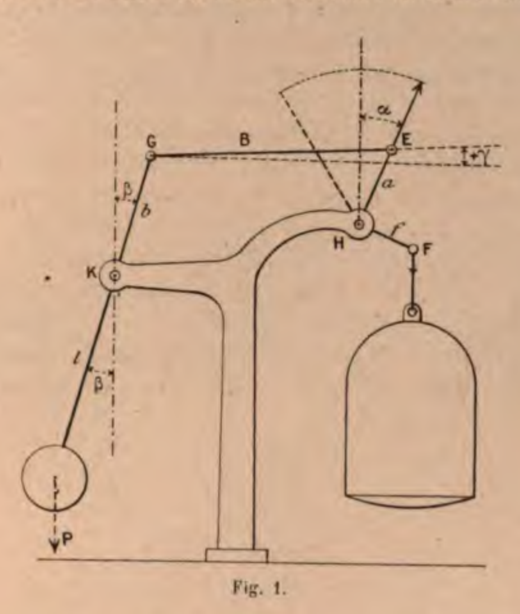


Fig. 1.

lorsque $F = 0$. L'action de la force F, faisant déplacer le poids P vers la gauche, le système prend de lui-même une position d'équilibre déterminée par les relations :

$$Ff \cos \alpha = Qa \cos (\alpha + \gamma)$$
$$Pl \sin \beta = Qb \cos (\beta + \gamma)$$

Q étant la traction de la bielle B; d'où éliminant Q et remarquant que γ est assez petit pour que γ^2 soit négligeable :

$$F = \frac{Pla}{bf} \operatorname{tg} \beta \,(1 - \gamma \operatorname{tg} \alpha + \gamma \operatorname{tg} \beta). \quad (1)$$

Il faut, dans cette relation éliminer β par sa valeur en fonction de α, tirée de l'équation de liaison :

$$b \sin \beta = a \sin \alpha$$

qui donne tg β, par les deux séries suivantes :

$$\operatorname{tg} \beta = \sin \beta + \frac{1}{2} \sin^3 \beta + \frac{3}{8} \sin^5 \beta + \ldots..$$

$$\sin \alpha = \alpha - \frac{1}{6} \alpha^3 + \frac{1}{120} \alpha^5 - \ldots..$$

On en déduit en effet :

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{a\alpha}{b}\left(1 - \frac{\alpha^2}{6} + \frac{a^2\alpha^2}{2b^2} - \frac{a^2\alpha^4}{4b^2} + \frac{3a^4\alpha^4}{8b^4} + \frac{\alpha^4}{120} - \ldots\right) \quad (2)$$

Or si l'on fait, par construction : $b = a\sqrt{3}$, les termes en α^2 s'annulent, et la valeur de tg β se réduit à

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\alpha}{\sqrt{3}} \left(1 - \frac{\alpha^4}{30}\right) \quad (3)$$

c'est-à-dire que, au terme près $\frac{\alpha^4}{30}$, négligeable pour des valeurs de α inférieures par exemple à 30°, tg β est proportionnel à *arc* α.

Si nous revenons à l'équation (1) et que nous y supposions un instant $\gamma = 0$ (ce qui supposerait une bielle $B = \infty$), et $\operatorname{tg} \beta = \frac{\alpha}{\sqrt{3}}$, on obtient :

$$F = \frac{Pl}{3f} \times \alpha \quad (4)$$

c'est-à-dire que, moyennant cette condition qu'on donne aux deux pièces *a* et *b* des longueurs dans la proportion de 1 à $\sqrt{3}$, les angles α sont constamment proportionnels aux forces F; par suite, si le bras *HE* porte une aiguille se mouvant devant un cadran *M*, à gradations *équidistantes*, celles-ci représenteront les valeurs de la force *F*.

Mais nous avons supposé $\gamma = 0$ et négligé le terme $-\frac{\alpha^4}{30}$ de l'équation (3), cherchons l'erreur qui en résulte, et pour cela reprenons les relations exactes (1) et (3); en y éliminant tg β, on en tire :

$$F = \frac{Pl}{3f} \alpha \left(1 - 0{,}422\, \gamma\alpha - \frac{1}{3} \gamma\alpha^3 - \frac{1}{30} \alpha^4\right). \quad (5)$$

Or, appelons γ_0 la valeur initiale de γ (c'est-à-dire cette valeur pour $\alpha = o$), on voit facilement sur la figure 1 que l'on a :

$$\gamma = \gamma_0 - \frac{a}{B}(1 - \cos \alpha) + \frac{b}{B}(1 - \cos \beta)$$

d'où, en effectuant les développements et tenant compte de la condition : $b = a\sqrt{3}$

$$\gamma = \gamma_0 - 0{,}211 \frac{a}{B} - 0{,}011 \frac{a}{B} \alpha^4.$$

Portant cette valeur de γ dans l'équation 5, on aurait l'expression exacte et générale de *F*, en fonction de α, γ_0 et $\frac{a}{B}$. Mais γ_0 est une donnée de construction, et peut être choisie à volonté; déterminons-la par cette condition que l'erreur de proportionnalité, c'est-à-dire les trois termes de la parenthèse de l'équation (5) s'annulent, par exemple pour $\alpha = 0{,}5$ (soit 28°,6) valeur maxima que nous conviendrons de ne pas dépasser. On obtient ainsi :

$$\gamma_0 = 0{,}0407 \frac{a}{B} \quad (6)$$

$$F = \frac{Pl}{3f} \alpha \left(1 - 0{,}0172 \frac{a}{B} \alpha + 0{,}076 \frac{a}{B} \alpha^3\right). \quad (7)$$

Telle est la valeur définitive de *F*; la parenthèse donne

l'erreur *relative* que l'on commet en admettant la proportionnalité : cette erreur est toujours de signe contraire à celui de α ; elle s'annule pour $\alpha = 0$, et pour $\alpha = \pm 28°$; enfin, ses deux valeurs maxima ont lieu pour $\alpha = \pm 15°,7$ et sont égales à $\pm 0,00316$ pour un rapport $\frac{a}{B} = 1$, et à $\pm 0,00158$ pour un rapport $\frac{a}{B} = 0,5$.

On voit que cette erreur est tout à fait négligeable pour des appareils industriels, et que la proportionnalité peut être acceptée comme rigoureuse pour des valeurs de α comprises entre $-28°$ et $+28°$, c'est-à-dire pour une course de 56°.

Le dispositif qu'on vient de décrire est, en réalité, une balance, et il peut, en cette qualité, être employé à divers usages ; il peut aussi être combiné avec une bascule, ou tout autre instrument de pesage, pour donner l'indication automatique de l'*appoint*. Mais nous n'avons à nous occuper ici que de l'application du système aux mesures électriques. Une première disposition consiste à associer le dispositif de la figure 1 avec un électrodynamomètre disposé de la façon suivante : supprimons le bras HF et son plateau, et supposons la bobine mobile de l'électrodynamomètre rendue solidaire du bras HE, et pouvant ainsi se déplacer dans l'intérieur de la bobine fixe ; les valeurs du couple électrodynamique seront bien représentées par les valeurs de l'angle α. Mais la proportionnalité entre ces deux quantités ne sera assurée que si la bobine fixe a des dimensions assez grandes pour que son champ soit constant en intensité et en direction, dans la partie du moins où se meut la bobine mobile. On sera donc conduit à un appareil assez volumineux, et à un poids de fil considérable ; aussi cette première disposition ne conviendrait-elle qu'à des instruments de laboratoire. Pour obtenir des appareils industriels qui doivent être portatifs, peu encombrants et peu coûteux, nous avons apporté au système une modification représentée dans la figure 2, et qui réalise la proportionnalité complète, avec des bobines très restreintes. Les indications cessent, il est vrai, d'être automatiques, et elles doivent être provoquées par la main de l'observateur, comme dans l'électrodynamomètre de Siemens ; mais il y a là un dilemme qu'on ne peut éluder, et il n'est matériellement possible, *sans aimant ni fer doux*, d'obtenir l'indication automatique qu'avec un poids de fil considérable.

Disposition non automatique. — Quoi qu'il en soit, nous représentons figure 2 un wattmètre établi dans ces nouvelles conditions : la bobine mobile C est fixée au balancier ACD, suspendu sur le couteau x, et elle peut ainsi osciller, mais de quelques millimètres seulement entre les bobines fixes X et Y. Une bielle SF, portant un contrepoids P, est reliée par la tringle FG au râteau HI qui engrène avec un pignon K ; l'axe de celui-ci étant muni, d'une part, d'un bouton moletté qui permet de le manœuvrer à la main, et, d'autre part, d'une aiguille Q qui marque sur un cadran MM' les déplacements ainsi obtenus.

Aucun courant ne passant dans les bobines, la bielle SP et le bras HG sont tous deux verticaux, l'aiguille Q est sur le zéro du cadran, et le balancier ACD est en équilibre, ce qui est indiqué par la position de l'index A, en face de son repère W. Quand les bobines sont actionnées, la bobine C, et par suite le balancier ACD, sont attirés vers la gauche ; on manœuvre alors le bouton K (de gauche à droite), ce qui fait descendre le râteau IH, et par suite marcher le poids P vers la droite ; il en résulte un couple croissant, antagoniste de l'action des bobines, et qui finit par équilibrer cette action, ce que l'on constate quand l'index A revient sur son repère ; on cesse alors de tourner

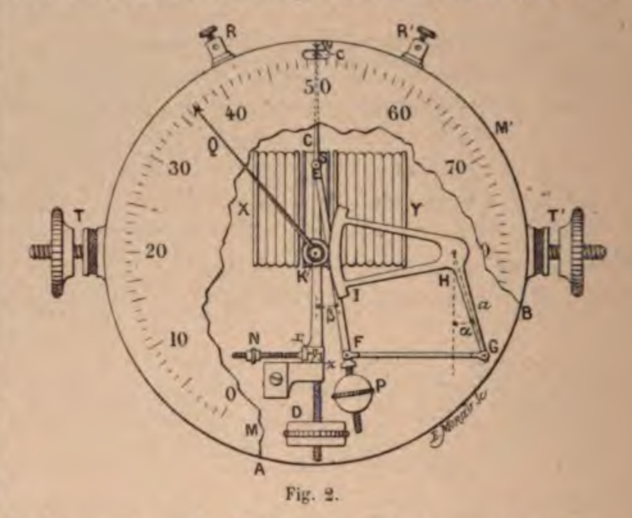


Fig. 2.

le bouton K, et la division du cadran, sur laquelle est arrêtée l'aiguille, donne la valeur du couple électrodynamique.

On démontrerait d'ailleurs, comme plus haut, qu'il y a proportionnalité entre les valeurs W de ce couple et les déplacements de l'aiguille ; et en effet, représentons par a, b, l, r les longueurs de HG, SF, SP, Sx, par α, β et γ les angles de HG et de SF avec la verticale et de FG avec l'horizontale. On a :

$$W = \frac{Plr}{b} \operatorname{tg} \beta \, (1 + \gamma \operatorname{tg} \beta).$$

On fait encore par construction $b = a\sqrt{3}$, d'où il résulte, comme on l'a vu plus haut :

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{a\alpha}{b}\left(1 - \frac{\alpha^4}{30}\right)$$

de sorte que l'on a en définitive :

$$W = \frac{Plra}{b^2} \alpha \, (1 + \lambda).$$

Donc W est proportionnel à α (et par suite aux mouvements de l'aiguille), sauf une erreur relative λ qui se calculerait comme celle du cas précédent, et qui est également négligeable, dans les limites $-27°$ à $+27°$, c'est-à-dire pour une course de 54°.

Balance des carrés. — Le système que l'on vient d'exposer permet de constituer très simplement les divers

instruments de mesures électriques, wattmètres, voltmètres, ampère mètres, etc. Pour les wattmètres, les efforts mesurés étant proportionnels à l'énergie du courant, les divisions du cadran seront équidistantes; mais pour le voltmètre et l'ampère mètre, ces divisions croîtront, à partir du zéro, en suivant la loi du carré. Cette condition est à la rigueur acceptable, car ce qui importe surtout, c'est que les graduations suivent une loi mathématique quelle qu'elle soit, mais *calculable à l'avance*, et permettant d'éviter l'étalonnage individuel. Toutefois, il y a un réel avantage à avoir des divisions égales, et pour obtenir ce résultat avec le voltmètre, nous modifions, comme on va le voir, le système de la figure 2, de façon que les déplacements de l'aiguille soient proportionnels, non plus aux efforts électrodynamiques, mais aux *racines carrées* de ces efforts; les indications seront donc ainsi proportionnelles au voltage lui-même.

La figure 3 donne un schéma de ce système que nous désignons sous le nom de *balance des carrés* : AB est un balancier suspendu sur un couteau A et portant une bobine mobile Q de voltmètre; en B est articulée une bielle BC, reliée, par l'équerre CFH et la petite tringle HJ,

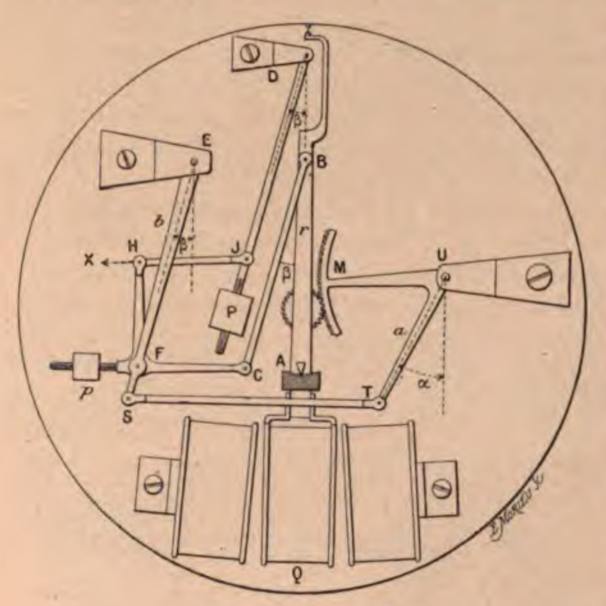


Fig. 3. — Balance des carrés.

à la bielle DJ qui porte le contrepoids P. L'équerre CFH oscille en F sur la bielle EF, que l'observateur peut faire mouvoir par l'intermédiaire de la tringle ST et du secteur denté M, lequel engrène avec un pignon muni d'un bouton et d'une aiguille indicatrice, comme dans la figure 2. Les trois bielles BC, DJ et EF sont égales entre elles; FC et HJ restent tous deux horizontaux, quand AB est vertical.

L'action des bobines faisant incliner le balancier AB vers la droite, on manœuvre à la main le pignon de façon à faire monter le secteur M, ce qui pousse le contrepoids P vers la gauche; il en résulte un couple croissant qui finit par équilibrer l'action des bobines; pour déterminer ce couple, on remarquera que le poids P donne lieu en H à une force horizontale $X = P \operatorname{tg} \beta \times \frac{PD}{JD}$, soit $X = P' \operatorname{tg} \beta$; cette force se transmettant en C crée, dans la bielle BC, une traction $T = X \sec \beta$, d'où résulte, sur le balancier BA un couple $Xr \operatorname{tg} \beta$ qui équilibre l'action W des bobines. On a donc :

$$W = Xr \operatorname{tg} \beta$$

et

$$X = P' \operatorname{tg} \beta$$

d'où

$$W = P'r \operatorname{tg}^2 \beta.$$

Mais on a vu dans la théorie précédente, que si l'on fait $ES = UT \times \sqrt{3}$, on a : $\operatorname{tg} \beta = \frac{\text{arc } \alpha}{\sqrt{3}}$; donc, en définitive $W = \frac{P'r}{3} \alpha^2$, d'où :

$$\alpha = K\sqrt{W}$$

c'est-à-dire que les angles α (et par suite les déplacements de l'aiguille) sont proportionnels aux racines carrées des couples électrodynamiques.

En réalité, si l'on tient compte des poids des pièces BC et HFC, on trouve dans l'expression de W un terme en α, mais on l'annule en réglant un contrepoids p qui donne également lieu à un terme en α.

Nous ne pousserons pas plus loin l'étude de ces divers mécanismes, et nous n'ajouterons qu'un mot sur leurs applications pratiques : comme nous l'avons dit, la plus parfaite des installations est celle qui utilise le dispositif de la figure 1 combiné avec un électrodynamomètre ordinaire à bobine fixe de grande dimension; on réalise ainsi des wattmètres, voltmètres et ampère mètres à indications à la fois *automatiques* et *proportionnelles*, mais qui doivent être plutôt considérés comme instruments de laboratoire ou de contrôle. Au contraire, les appareils du type de la figure 2 sont tout à fait industriels; ils peuvent d'ailleurs, comme les précédents, être employés sous la forme de wattmètres, voltmètres ou ampère mètres, et nous avons également constitué avec ce dispositif un *compteur d'énergie*, sans aimant ni ressort, dans lequel un mouvement d'horlogerie effectue et enregistre les mesures à des intervalles de temps égaux; ce compteur, expérimenté au Laboratoire central, a donné d'excellents résultats; la plus grande erreur relative constatée a été en effet de 0,9 pour 100 seulement (certificat n° 1224).

Enfin, pour ce qui concerne le dispositif de la figure 3, la propriété qu'il possède d'avoir les graduations de son cadran équidistantes dans le cas du voltmètre, le fera choisir dans certains cas, malgré sa complication plus grande; nous ne ferons que citer ici une application actuellement à l'étude consistant à lui adjoindre un rouage auxiliaire qui en fait un voltmètre enregistreur.

R. Jacquemier.

NOTES DE VOYAGE EN ALLEMAGNE

(*Suite et fin*[1].)

L'ALLGEMEINE ELECTRICITAETS-GESELLSCHAFT

L'année sociale 1894-95 fera certainement époque dans les annales de l'*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft*. Précédemment l'activité de la Société avait principalement pour objet la fabrication d'appareils de mesure, rhéostats, conducteurs, matières isolantes, petits moteurs, lampes à incandescence. Par suite d'un contrat passé avec la maison Siemens et Halske, l'*Allgemeine* s'interdisait la fabrication de dynamos et moteurs au-dessus d'une certaine puissance. Cette année, en suite d'un arrangement intervenu entre les deux firmes, le contrat a été annulé et l'*Allgemeine* décida d'élever son capital à 2 millions de marks afin d'acheter les terrains nécessaires pour construire une nouvelle usine destinée à la fabrication des grosses dynamos pour stations centrales et transports de force. L'agrandissement de la fabrique de lampes à incandescence fut également résolu ainsi que la construction d'un chemin de fer électrique souterrain pour relier les usines entre elles.

Le nombre d'ouvriers et employés, qui était en 1889-90, lors de l'ouverture de la fabrique de l'Ackerstrasse, de 600, était en 1893-94 de plus de 3000, et cette année il dépasse 5000 et augmentera encore lorsque les nouvelles installations seront terminées. C'est dire l'extension considérable que cette Société a prise en quelques années.

Alternateurs et moteurs triphasés. — Nous avons visité ce printemps les ateliers de l'Ackerstrasse, et parmi beaucoup de choses intéressantes nous avons particulièrement

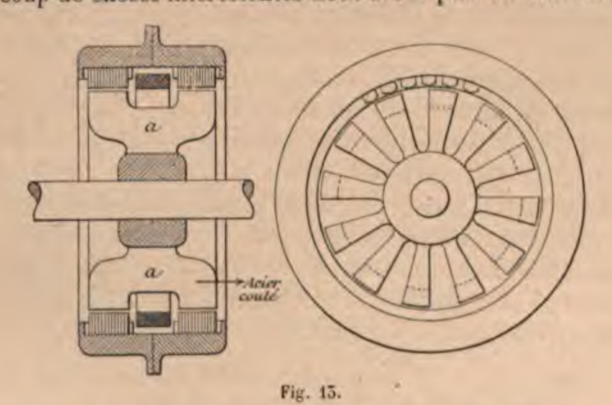


Fig. 13.

remarqué les premières grosses génératrices construites par l'*Allgemeine*. C'étaient des machines à courant triphasé destinées à la station centrale de Strasbourg.

Ces machines sont d'un type qui semble être devenu subitement très à la mode [2], type dit à induction unipolaire. La figure 13 montre la disposition employée. La bobine inductrice unique est fixe ainsi que l'enroulement induit, de sorte que les bagues collectrices et les balais sont complètement supprimés. La partie mobile est en acier coulé d'une seule pièce. Dans les nouveaux alternateurs de ce type cette pièce sera dorénavant constituée par un assemblage de tôles pour éviter les courants de Foucault. Quant à la suppression des bagues et frotteurs, on ne peut guère la considérer comme très avantageuse, ces organes simples et peu coûteux demandant un entretien minime.

Les moteurs triphasés construits par l'*Allgemeine* possèdent un inducteur avec enroulement en anneau. Le schéma (fig. 14) montre un tel enroulement pour un

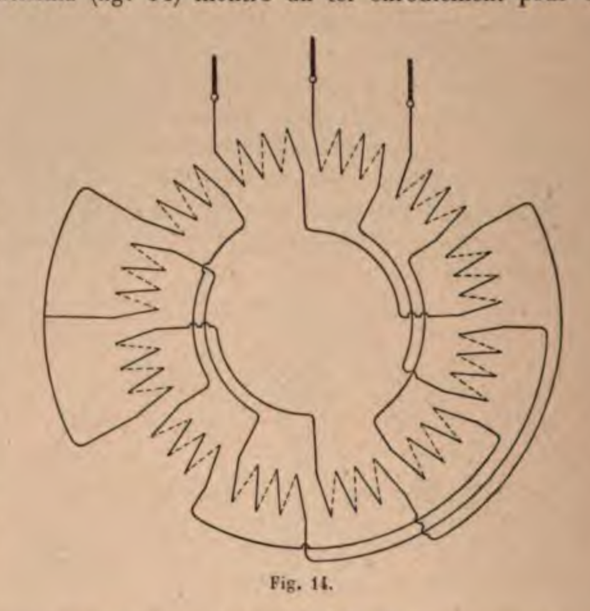


Fig. 14.

moteur à 4 pôles. Les tôles de l'inducteur ou primaire sont emprisonnées entre les pièces en laiton *a*, *b*, *c* (fig. 15). La pièce *c* porte des nervures sur lesquelles la

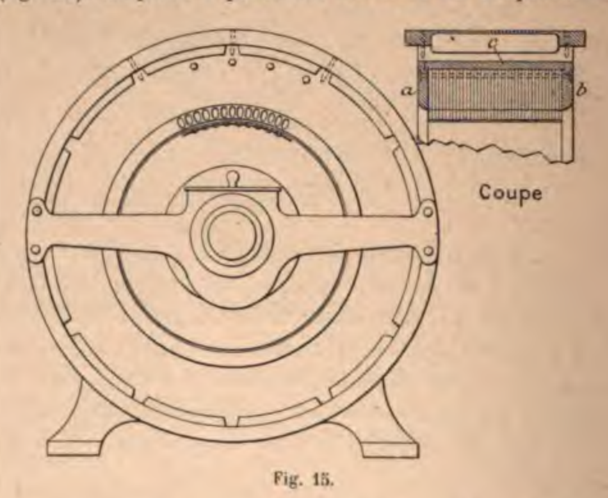


Fig. 15.

carcasse extérieure en fonte est vissée. L'enroulement inducteur entoure complètement les pièces *a*, *b*, *c* en passant par les trous ménagés dans les tôles. Ces trous présentent en général la forme indiquée dans les

(1) Voy. l'*Industrie électrique*, n° 105, p. 199.

(2) La maison d'Oerlikon et la Compagnie l'*Industrie électrique*, à Genève, fabriquent un type analogue depuis peu de temps.

figures 15 et 16 ou bien celle représentée par la figure 17. Dans les grands moteurs les petits isthmes *a*, *b*, *c* sont coupés par une fente très étroite de 0,75 à 1 mm.

L'armature ou secondaire est à cage d'écureuil [1] double ou simple (fig. 15 et 18). Pour les moteurs puissants les barres du secondaire, au lieu d'être réunies directement par un anneau, présentent les connexions indiquées dans la figure 19, ceci en vue d'augmenter la résistance du secondaire dans la proportion voulue pour obtenir un moteur ayant certaines qualités déterminées.

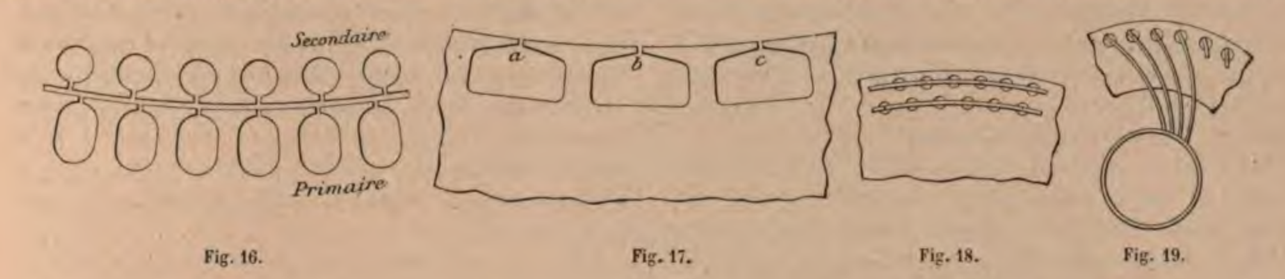


Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19.

Comme pour les trous du primaire, ceux du secondaire présentent une petite fente vers l'entrefer (fig. 16). L'entrefer des moteurs triphasés de l'*Allgemeine* est très réduit; par exemple, dans des moteurs de 30 chevaux, que nous avons vus, il était de 1,5 mm. Il va sans dire que les paliers sont étudiés de façon à avoir une usure très faible pour éviter qu'après un certain temps d'usage, le secondaire ne vienne frotter contre le primaire.

Monte-charges. — On doit à l'*Allgemeine* plusieurs installations de monte-charges, dont l'une, desservant le port de Copenhague, est fort importante. Nous donnerons ici quelques détails sur le monte-charges qui fonctionne dans la fabrique de l'*Allgemeine* à l'Ackerstrasse, et qui peut être considéré comme le prototype des appareils de ce genre fabriqués par cette Société.

Le moteur électrique transmet son mouvement au tambour-dévidoir au moyen d'une vis sans fin et d'une roue dentée; ce dispositif est presque exclusivement employé par les constructeurs allemands, et avec raison, puisqu'il permet l'emploi de moteurs à grande vitesse angulaire ayant un bon rendement.

Le schéma ci-dessous (fig. 20) fait aisément saisir le

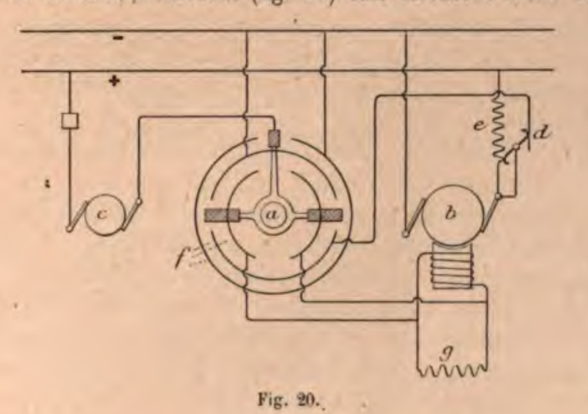


Fig. 20.

fonctionnement de l'appareil : le triple contact *a* est déplacé d'un certain angle α, 2α, 3α à gauche ou à droite, suivant que le monte-charge doit monter ou descendre 1, 2 ou 3 étages; de ce déplacement il résulte :

1° La mise en circuit du moteur *b*;

2° La mise en circuit du petit moteur auxiliaire *c*.

Le moteur auxiliaire fait aussitôt mouvoir le contact *d* et retire ainsi graduellement les résistances de démarrage *e* du moteur principal; cette opération terminée, il se met automatiquement hors de circuit.

Le moteur principal tournera, entraînant le tambour-dévidoir. Comme il doit s'arrêter automatiquement après que le monte-charge a parcouru la hauteur de 1, 2 ou 3 étages, il faut que le triple contact *a* reprenne sa position de repos, en mettant ainsi le moteur hors de circuit, juste au moment précis où le tambour-dévidoir a accompli le nombre de révolutions correspondant à la hauteur qu'il doit parcourir.

Pour cela, les arcs de contact *f* sont solidaires, mobiles autour d'un axe perpendiculaire à leur plan et portent un segment denté; celui-ci est entraîné par un pignon calé sur l'arbre du tambour-dévidoir. Les dimensions relatives du segment et du pignon sont choisies de façon que le tambour déroulant une longueur de corde égale à la hauteur de 1, 2 ou 3 étages, produit précisément un déplacement angulaire α, 2α ou 3α du segment denté, déplacement égal à celui donné au triple contact *a* à l'instant du départ.

Le monte-charge peut être mis en mouvement à un étage quelconque, le triple contact *a* étant monté sur une poulie autour de laquelle s'enroule une corde sans fin passant par tous les étages. A chacun de ces derniers il y a un petit tableau portant une échelle verticale divisée en unités correspondant à l'angle α mentionné plus haut; un repère est attaché à la corde et, pour faire monter ou descendre le monte-charge de 1, 2 ou 3 étages, il suffira donc d'élever ou d'abaisser le repère de 1, 2 ou 3 unités de l'échelle divisée.

Le schéma montre en *g* une grosse résistance en dérivation sur l'enroulement inducteur et qui forme avec ce dernier un circuit toujours fermé évitant ainsi les effets fâcheux de l'extra-courant lors de la rupture du circuit principal.

Un frein automatique agit sur le moteur pour empêcher

[1] L'Allgemeine a commencé récemment à construire des moteurs triphasés dans lesquels le secondaire possède un enroulement avec bagues et frotteurs permettant l'emploi d'un rhéostat.

qu'il continue à tourner après que le circuit est interrompu, à chaque arrêt du monte-charge.

Aucun dispositif spécial autre que des plombs fusibles n'est prévu pour la protection de l'armature du moteur.

Les tramways électriques. — L'*Allgemeine* a installé un nombre assez important de tramways électriques : actuellement elle compte, soit terminées, soit en construction, tant en Allemagne qu'en dehors, un total de 30 stations, avec un développement de 382 km.

Le système employé est celui à trolley avec conducteur aérien et retour par les rails. Le moteur présente une disposition analogue à celui de la maison Siemens et Halske précédemment décrit. La transmission est faite par engrenage à simple réduction. Il n'y a pas très longtemps que l'engrenage à double réduction était encore employé, ainsi, par exemple, la station de tramways de Chemnitz, installée par l'*Allgemeine*, a des voitures présentant cette disposition. Nous avons pu constater sur cette ligne que le bruit des engrenages à double réduction constitue vraiment un inconvénient considérable.

L'UNION ELEKTRICITAETS-GESELLSCHAFT

L'*Union Elektricitäts-Gesellschaft*, créée à Berlin en vue d'exploiter les procédés Thomson-Houston et de la *General Electric C°*, a su en quelques années se faire une excellente place dans l'industrie électrique allemande. Parmi les installations de tramways électriques faites par cette Société, il en est de tout à fait remarquables, celle de Hambourg par exemple, qui présente en service plus de 80 km de ligne en majeure partie à double voie avec 120 wagons auto-moteurs et a donné de très bons résultats à tous les points de vue. Une autre station de tramways à Remscheid, faite également par l'*Union*, est très intéressante, en ce sens qu'elle montre que des pentes de 10 pour 100 peuvent très bien être gravies avec des voitures électriques ordinaires par simple adhérence.

Le matériel électrique de l'*Union* est entièrement fabriqué à Berlin, dans les ateliers de Martinikenfelde. La fabrication y est organisée d'une façon très rationnelle et pratique, d'après les procédés américains. Les machines-outils y jouent un rôle plus important que dans la plupart des fabriques d'électricité que nous avons eu l'occasion de visiter.

Construction des Dynamos. — Le type bien connu des générateurs de tramways Thomson-Houston avec inducteurs en fonte est actuellement remplacé par un nouveau type à inducteurs en acier. Ce qui frappe tout d'abord dans l'aspect de cette machine, ce sont les formes arrondies du socle et des paliers. Les ingénieurs américains trouvent avec raison que l'on peut laisser les moulures aux fabricants de meubles, et qu'il est préférable de ne pas contraindre la fonte à des ornements inutiles, à des formes anguleuses qui risquent d'être mal coulées et obligent souvent à donner à la matière un surcroît d'épaisseur.

Ajoutons que, à notre humble avis, le nouveau type de l'*Union*, avec ses courbes très adoucies, nous paraît très élégant, tout en donnant l'impression de robustesse et de stabilité.

L'armature pour toutes puissances est constituée par un noyau denté avec bobines Eickemeyer ; ce dispositif est très avantageux, tant au point de vue de la solidité de l'induit que de la facile réparation de l'enroulement.

Chaque bobine est formée par 4, 6 ou 8 fils, de sorte qu'il est très aisé, en changeant les liaisons avec le collecteur, d'obtenir des voltages différents, 125, 250 et 500 volts, la machine ayant la même puissance.

Moteurs de tramways. — Les journaux techniques américains publiaient il y a quelques semaines, une image fort suggestive : une voiture électrique à trolley roulant sur une chaussée recouverte de 20 à 30 cm d'eau. Il est possible que parmi les moteurs de tramways construits par les fabricants européens, peu auraient supporté une pareille noyade.

Les maisons allemandes ont pour la plupart adopté ce type si peu avantageux où la carcasse magnétique est d'une seule pièce prismatique ou cylindrique, avec couvercles latéraux servant de paliers pour l'axe de l'induit. Quelquefois les paliers sont supportés par deux traverses, comme dans le moteur de Schuckert et Cie. Dans ce cas, il y a 4 espaces ouverts nécessitant 4 couvercles. On conçoit que ces diverses dispositions et surtout la dernière se prêtent malaisément à l'obtention d'un moteur étanche. Ajoutons cependant que cette qualité d'étanchéité est moins nécessaire dans les villes européennes que dans celles d'Amérique, où les rues sont très souvent fort mal entretenues.

Le moteur normal de tramway (¹), type GE 800, construit par l'Union, possède une carcasse magnétique en deux pièces enfermant complètement l'armature et appliquées l'une contre l'autre suivant un joint horizontal à la façon des deux coquilles d'une noix. Les deux surfaces de joint sont travaillées à la raboteuse et s'ajustent rigoureusement au moyen seulement de deux boulons ; deux charnières complètent le système et permettent d'ouvrir la machine.

Le moteur est à quatre pôles avec deux bobines excitatrices en série avec l'induit.

L'armature est, soit en anneau, soit en tambour ; cette dernière forme est cependant préférée. Dans ce cas, l'enroulement est constitué au moyen de bobines Eickemeyer posées dans les fentes rectangulaires ménagées dans la tôle de l'induit. Les bobines ne remplissent pas complètement les fentes, de sorte qu'il y a place pour une baguette de bois. Le tout est maintenu en place par un bandage en fil d'acier.

Du côté opposé au collecteur, les extrémités des bobines forment un cône très aplati enfermé dans un capuchon de fonte malléable.

(¹) Ce type a été créé en Amérique par la *General Electric C°*.

Les connexions Mordey permettent de n'avoir qu'une seule paire de balais, qu'on peut en tout temps surveiller en ouvrant le couvercle disposé à cet effet.

Le moteur complet avec l'engrenage réducteur et caisse de protection de ce dernier pèse 810 kg. Sa puissance normale est de 20 HP, pouvant aller jusqu'à 30 HP.

Lorsque la voiture a une vitesse de 16 km par heure (les roues ayant 0,75 m et l'engrenage donnant une transformation 4,78 : 1), l'induit fait 525 tours par minute.

Suspension du moteur. — Les moteurs de tramways avec transmission par engrenage à simple réduction doivent nécessairement prendre un de leurs points d'appui sur l'essieu de la voiture, sans intermédiaire élastique, car la distance entre les axes des deux roues dentées doit rester invariable. Pour le deuxième point d'appui, qui peut et doit être élastique, on a le choix. Siemens et Halske, et la plupart des constructeurs européens ont adopté comme deuxième point d'attache un point très écarté du centre de gravité du moteur (précédente fig. 12). Ce mode de faire, sans inconvénient grave, n'est cependant pas très rationnel au point de vue de la mécanique. Si l'on recherche à soustraire le plus possible l'armature — le seul organe délicat du moteur — à l'effet des chocs, on trouverait que le plus avantageux est de prendre comme deuxième point de suspension le centre de gravité du moteur ou un point situé sur la verticale passant par ce centre de gravité. Cette disposition est employée par l'*Union* depuis plusieurs années : le moteur porte deux cornes *b* et *c* (fig. 21) qui pénètrent dans les œillets

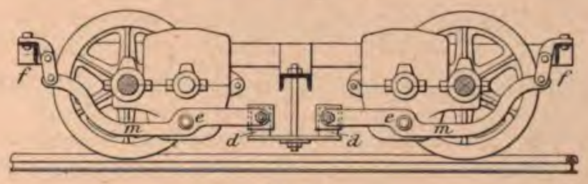


Fig. 21.

des brancards *mm*. Ces derniers sont fixés au châssis de la voiture, comme l'indique la figure, en *d* sont des blocs d'appui en caoutchouc, les œillets *e* sont également garnis de caoutchouc, en *f* les brancards sont articulés.

Régulation des moteurs de tramways. — Frein électrique. — On connaît les différents procédés pratiqués pour modifier la vitesse des moteurs de tramways. L'*Union* emploie celui qui consiste à shunter l'enroulement inducteur. Il y a naturellement une certaine perte d'énergie par effet Joule dans le shunt et le procédé de sectionnement des inducteurs est théoriquement supérieur, seulement il complique un peu les choses.

Les résistances de démarrage et les shunts sont manœuvrés à l'aide d'un commutateur ou *controller* placé sur chacune des plates-formes de la voiture. Si on ouvre le *controller*, on aperçoit deux cylindres, un long et l'autre très court. Sur le grand cylindre sont montés une série de 9 à 14 segments en cuivre, à chacun desquels correspond un doigt ou palette de contact en cuivre également. A ces doigts aboutissent les câbles venant du moteur, des résistances de démarrage et des shunts. Le mouvement de rotation du cylindre principal produit successivement : la mise en circuit du moteur avec toutes les résistances de démarrage en série, le retrait de ces dernières, puis, si l'on continue le mouvement, le shuntage des inducteurs, donnant au moteur sa vitesse maxima.

Le petit cylindre sert à inverser le courant dans le moteur.

Les deux cylindres sont manœuvrés à l'aide de manivelles que le mécanicien peut retirer. Un dispositif rend impossible de couper le circuit du moteur sans avoir introduit les résistances de démarrage.

Pour éviter les étincelles lors de la manœuvre du *controller*, l'appareil est disposé de façon telle que la séparation des palettes d'avec les segments du cylindre soit rapide, la rupture du circuit se fait en outre en plusieurs points simultanément et enfin un champ magnétique est produit dans la région où se produisent les contacts, de façon à *souffler* les arcs qui auraient pu se former.

Nous avons insisté sur le *controller* de l'*Union*, qui constitue un appareil remarquablement étudié dans ses moindres détails. La *General Electric C°* a construit des appareils semblables pour les locomotives électriques de la ligne Baltimore-Ohio.

Dans quelques installations les voitures possèdent un frein électrique. Les contacts du petit cylindre du *Controller* sont disposés de façon à pouvoir faire travailler le moteur comme dynamo sur les résistances de démarrage.

Moteurs pour diverses applications. — L'*Union* construit des moteurs de puissances diverses destinés à être employés dans les mines ou à bord des navires pour la commande des treuils ou d'autres appareils de levage. Ces moteurs ont tous la particularité d'être complètement enfermés par la carcasse magnétique d'une manière analogue à celle employée pour les moteurs de tramways. Ces moteurs sont étanches et peuvent ainsi résister à l'action de l'eau de mer.

Perforatrices électriques. — M. Meissner, dans un article de l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, reprochait aux perforatrices Van Depoele et Marwin de trop s'échauffer et d'être surtout utilisables dans les pays froids! Cela revient à dire — car dans les mines et les tunnels il fait plutôt chaud — que le principe du solénoïde employé par ces deux inventeurs doit être abandonné! Pourtant depuis plusieurs années, la *General Electric C°* et les Sociétés européennes exploitant les brevets Thomson-Houston ont construit la perforatrice de Van Depoele et ont obtenu de bons résultats pratiques. L'appareil Van Depoele, dont nous avons vu plusieurs exemplaires construits par l'*Union*, présente cet avantage considérable d'être très simple et très robuste; on ne peut pas en dire autant des perforatrices dites à manivelle, telles que celles de la

maison Siemens et Halske. Et cette qualité de robustesse fera peut-être dans bien des cas préférer la perforatrice à solénoïde, malgré son rendement peu élevé.

Le mouvement de va-et-vient de la perforatrice Van Depoele est obtenu de la façon suivante : un solénoïde $a-b$ entoure (fig. 22) un noyau de fer c portant l'outil percuteur d. La branche m du circuit contient une force électromotrice alternative, les branches n et o possèdent une force électromotrice constante. Pendant une demi-période du courant alternatif, ce dernier s'ajoutera au

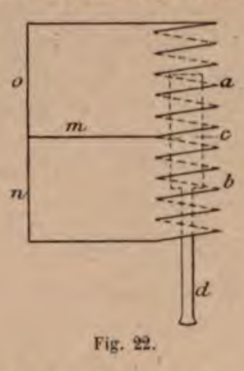


Fig. 22.

courant constant dans la bobine a et s'en retranchera dans la bobine b ; pendant la deuxième demi-période le courant alternatif et le courant continu s'ajouteront dans la bobine b et se retrancheront l'un de l'autre dans la bobine a. De cette façon les bobines a et b attirent *successivement* le noyau c, qui prend ainsi le mouvement de va-et-vient nécessaire.

La force électromotrice alternative et la force électromotrice constante sont prises sur une dynamo à courant continu, la première au moyen de balais tournants et la seconde au moyen de balais fixes. L'arbre de la dynamo produit la rotation des balais mobiles par l'intermédiaire d'un engrenage. Trois câbles armés conduisent le courant à la perforatrice.

LA SOCIÉTÉ PAR ACTIONS SCHUCKERT ET Ce

La maison Schuckert est actuellement une très importante Société par actions au capital de 12 millions de marks. Elle possède à Nuremberg de vastes ateliers occupant plus de 2000 ouvriers. Cette firme s'est surtout fait connaître par l'installation de grosses stations centrales d'éclairage à courant continu dans lesquelles elle a généralisé l'emploi des accumulateurs.

On doit encore à la maison Schuckert plusieurs stations mixtes d'éclairage et tramways; l'une, celle de la ville de Zwickau en Saxe, que nous avons visitée dernièrement, présente quelques dispositions intéressantes.

La station fournit l'énergie nécessaire à deux circuits distincts, l'un d'éclairage avec environ 4500 lampes (16 bougies), l'autre de tramway comportant un développement de 9 km. Il y a 3 groupes de machines comprenant chacun un moteur à vapeur avec deux dynamos, donnant séparément 250 volts et 48 kw. L'un des groupes sert pour l'éclairage (distribution à 3 fils, 250 volts entre les fils extrêmes), les deux dynamos étant couplées en parallèle. Les deux autres groupes sont disposés de telle façon qu'on puisse coupler les dynamos soit en série pour le circuit à 500 volts du tramway, soit en dérivation pour le circuit d'éclairage. Un groupe sert habituellement pour le tramway, l'autre constitue une réserve. Cette dernière est encore renforcée par un transformateur à courant continu composé de deux dynamos à arbre commun montées sur un socle unique et qui permet, suivant les besoins, de transformer du courant à 250 volts en courant à 500 volts ou *vice versa*.

Une batterie d'accumulateurs est connectée en parallèle sur le circuit d'éclairage.

Dans une autre station mixte que la firme Schuckert a inaugurée il y a quelques mois à Baden, près Vienne, le circuit d'éclairage étant éloigné de la centrale, tous les générateurs sont à 550 volts. Cette tension est directement utilisée pour la ligne de tramway, tandis qu'une sous-station comprenant un groupe de transformateurs semblables à celui de Zwickau, ramène le voltage à 225 volts pour le circuit (à 3 fils) d'éclairage.

Le système de tramway de la maison Schuckert est celui à trolley avec conducteur aérien et retour par les rails. Les voitures possèdent chacune deux moteurs à 4 pôles, avec régulation par la méthode de sectionnement des inducteurs (inducteurs en 6 parties). La transmission est à engrenage à simple réduction.

PAUL BUSSET.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 4 mai 1896.

Déviation électrostatique des rayons cathodiques. Réponse à M. H. Poincaré. — Note de M. G. JAUMANN, présentée par M. Poincaré. — Communication exclusivement théorique pour laquelle nous renvoyons le lecteur aux Comptes rendus.

Appareils de mesure pour les courants de haute fréquence. — Note de MM. G. GAIFFE et E. MEYLAN, présentée par M. d'Arsonval. — Les décharges oscillantes des condensateurs présentent tous les effets des courants alternatifs ordinaires, tant que la fréquence est assez basse pour que la longueur d'onde soit très grande par rapport aux dimensions des conducteurs, supposés linéaires.

On est généralement dans ces conditions avec les appareils de haute fréquence, introduits en électrothérapie

par M. d'Arsonval, et dans lesquels la fréquence peut varier de 200 000 à 2 000 000.

Bien que les quantités les plus intéressantes soient les valeurs instantanées, il y a intérêt, pour les applications, à mesurer les intensités et les volts moyens efficaces.

Galvanomètre thermique. — Les premières estimations ont été obtenues par M. d'Arsonval, en mesurant la flèche prise par un fil tendu.

Sur ce principe, nous avons construit un appareil à lecture directe sur un cadran divisé, en tendant un fil fin sur des poulies et en amplifiant le mouvement de l'extrémité libre.

Avec un fil de platine allié de $\frac{8}{100}$ de millimètre, on peut lire de 30 milliampères à 200 milliampères, ou de 5 volts à 40 volts.

Cet appareil sert à mesurer le courant qui pénètre par les électrodes, la différence de potentiel aux extrémités d'une spire de nos solénoïdes, ou la force électromotrice induite dans une spire isolée [1].

L'appareil étant gradué avec du courant continu, il faut que sa résistance ohmique soit sensiblement indépendante de la fréquence.

La résistance d'un fil de diamètre d, de résistance spécifique ρ, est, à la fréquence f,

$$R_a = R_c \left[1 + \frac{\pi^4}{48} \frac{d^4 f^2}{\rho^2} + \dots\right],$$

R_c étant la résistance ordinaire.

En appliquant cette formule avec les données suivantes :

$$f = 10^6, \quad d = \frac{8}{1000}\,\text{cm}, \quad \rho = 65 \,.\, 10^3,$$

on trouve que le terme correctif est inférieur à $2 \,.\, 10^{-6}$.

Ampèremètre d'induction. — Pour les courants intenses, nous employons un appareil basé sur la répulsion des courants induits par le courant inducteur.

Il se compose d'un solénoïde fixe, au centre duquel est suspendu, par un fil fin, un petit anneau en aluminium solidaire d'une légère aiguille qui amortit le mouvement.

Le plan de l'anneau fait un angle initial d'environ 15° avec le plan des spires fixes.

Un courant de 0,8 ampères produit déjà une déviation notable, et pour 2,2 ampères, le disque est presque perpendiculaire aux spires fixes.

L'appareil a été gradué entre ces limites, en le mettant en série avec deux galvanomètres thermiques disposés en dérivation. On s'est assuré que les déviations sont indépendantes de la fréquence.

Théorie de l'appareil. — Soit

$$i_1 = I_1 \sin \omega t \quad \text{avec} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

le courant à mesurer, supposé sinusoïdal, en négligeant l'amortissement, et soit M_α le coefficient d'induction mutuelle de l'anneau et du solénoïde, variable avec l'angle α de l'anneau et des spires.

La force électromotrice induite dans l'anneau est

$$e_2 = -M_\alpha \frac{di_1}{dt} = -M_\alpha \omega I_1 \cos \omega t$$

et le courant correspondant

$$i_2 = \frac{M_\alpha \omega I_1 \cos \omega (t - t_0)}{\sqrt{R_2^2 + \omega^2 L_2^2}} \quad \text{avec} \quad \text{tang}\, \omega t_0 = \frac{\omega L_2}{R_2}.$$

Le couple qui agit sur l'anneau est donné par la formule

$$C = \frac{dM_\alpha}{d\alpha} \int_0^T \frac{i_1 i_2 dt}{T} = \frac{dM}{d\alpha} \frac{M_\alpha 2\pi^2 I_1^2 L_2}{T^2 \left(R_2^2 + \frac{4\pi^2 L_2^2}{T^2}\right)}.$$

Lorsque la fréquence est relativement faible, la formule se ramène à

$$C = \frac{dM}{d\alpha} \frac{M_\alpha 2\pi^2 I_1^2 L^2}{T^2 R_2^2} = f_1(\alpha)\, i_{\text{eff}}^2 \mathfrak{f}^2.$$

Nous avons vérifié, avec des fréquences variables de 40 à 400, que la déviation était sensiblement constante lorsque le produit *if* était constant.

Au contraire, quand la fréquence est très grande, le couple prend la forme

$$C = \frac{dM}{d\alpha} M_\alpha \frac{i_{\text{eff}}^2}{L_2} = f_2(\alpha)\, i_{\text{eff}}^2.$$

C'est le cas limite correspondant aux conducteurs sans résistance, les courants induits étant en opposition avec le courant inducteur et les flux nuls.

Quand cette limite est-elle pratiquement atteinte?

Posons, par exemple,

$$R_2^2 = \frac{1}{100} \frac{4\pi L_2^2}{T^2};$$

à partir de la fréquence

$$\frac{1}{T} = \frac{10}{2\pi} \frac{R_2}{L^2},$$

les déviations seront sensiblement indépendantes de la fréquence.

En assimilant l'anneau d'aluminium à un tore de même section, on aurait :

$$R_2 = 5{,}2 \,.\, 10^{-4}\ \text{ohm}; \quad L_2 = 36 \,.\, 10^{-9},$$

d'où $\frac{1}{T} = 25000$ environ.

[1] Pour que la mesure soit correcte, il faut que l'*impédance* de la spire et de l'appareil se confonde sensiblement avec la résistance ohmique.

On a, en effet,

$$e_{\text{eff}} = i\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2},$$

avec

$$\omega = \frac{2\pi}{T}.$$

La self-induction d'un fil de 1 mm, enroulé en une circonférence de 1 m de diamètre, étant égale à $4{,}5 \,.\, 10^{-6}$ quadrant et celle du fil de l'appareil à $3 \,.\, 10^{-6}$ quadrant, il en résulte que, pour la fréquence 10^6, l'appareil mesure e_{eff} à 2,5 pour 100 près.

Ainsi, à partir de la fréquence 20 000, notre appareil mesure les intensités qui sont *équivalentes*, au point de vue de l'induction, à un courant sinusoïdal de même intensité efficace ([1]).

On a vérifié que, dans les appareils de la maison Gaiffe et Cie, l'intensité efficace dans le solénoïde variait de 1 à 2 ampères. Pour un même écartement du micromètre à étincelle, l'intensité est d'autant plus grande que la self-induction est plus petite, à capacité constante.

Réponse aux observations de M. Auguste Righi. — Note de MM. L. Benoist et D. Hurmuzescu, présentée par M. Lippmann. (*Extrait.*) — Dans une Note du 20 avril, M. Auguste Righi s'est proposé d'expliquer la différence que nous avions signalée entre ses expériences et les nôtres, en ce qui concerne l'électrisation directe produite par les rayons X....

En résumé, il résulte, croyons-nous, de nos expériences, comme de celles de M. Righi, que l'action des rayons X sur un corps électrisé est la dissipation totale de son électricité, comme si le conducteur était mis au sol. Or, dans le cas où existent des forces électromotrices de contact, la mise au sol laisserait précisément subsister une électrisation de l'ordre de grandeur du volt. C'est celle qu'a observée M. Righi.

Sur la relation entre le maximum de production de rayons X, le degré du vide et la forme des tubes. — Note de MM. Victor Chabaud et D. Hurmuzescu, présentée par M. Lippmann. — M. J. Chappuis a déterminé la courbe des intensités actiniques (rayons X) des ampoules de Crookes pour différents degrés de vide du tube; le maximum se montre vers $\frac{1}{1000}$ de millimètre pour les tubes en forme de poire généralement employés.

Nous avons trouvé que ce maximum ne se présente pas

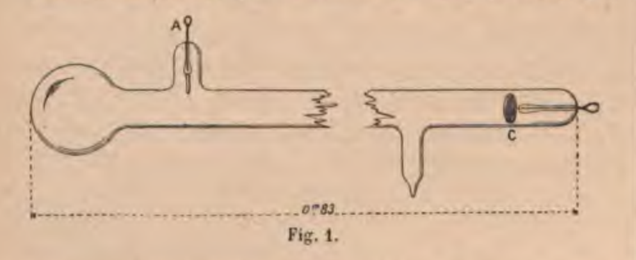


Fig. 1.

au même degré de vide pour des tubes ayant des formes notablement différentes.

Ainsi, avec un tube cylindrique comme celui dessiné ci-dessus (fig. 1), ayant 83 cm de longueur totale et un diamètre intérieur de 15 mm, muni à l'une de ses extrémités d'une cathode plate, nous avons obtenu les résultats suivants (le degré du vide p était mesuré à la jauge de Mac-Leod; le temps t que mettait l'électroscope, chargé au même potentiel, à se décharger complètement, était mesuré en secondes) :

p.	t.
0,025 mm	30 sec.
0,012	25
0,010	14
0,0096	40
0,0058	75

Pour le même degré de vide, un tube de forme poire (tube à croix de Crookes) ne présente aucune action sensible sur l'électroscope; son maximum se montre vers 0,0011 mm; son action sur l'électroscope est alors très intense : la décharge se fait dans une fraction de seconde.

La forme seule du premier tube a donc déplacé la courbe actinique vers les pressions plus élevées, tout en diminuant aussi la valeur absolue des ordonnées.

Cette forme particulière du tube (distance entre les deux électrodes, 80 mm; diamètre intérieur, 15 mm) permet d'obtenir, pour des vides relativement faibles, une chute de potentiel du même ordre que celle obtenue dans des tubes dont le vide est beaucoup plus grand.

Si l'on adopte l'hypothèse du bombardement moléculaire, les molécules du résidu gazeux se trouveraient projetées par la cathode avec une vitesse suffisante pour pouvoir provoquer l'émission des rayons X et la forme du tube, dans ce cas, permettrait à un plus grand nombre de molécules de participer d'une manière efficace à cette action.

Nous avons cherché à utiliser ces résultats, et dans ce but nous avons établi le tube dessiné ci-dessous (fig. 2) :

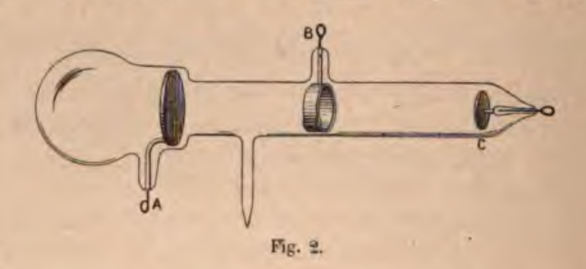


Fig. 2.

Il est fait d'un cylindre portant à son extrémité droite une électrode à surface plane, au milieu une électrode circulaire et à son extrémité gauche une électrode plane dont le diamètre, plus grand que celui du tube principal, avait pour objet de masquer toute la surface diamétrale de cette partie de l'appareil; un renflement de 6 cm de longueur terminait le tube derrière l'électrode A.

Ce dispositif permet de prendre, comme anode, B ou A, C étant toujours cathode; dans les deux cas, les rayons cathodiques frappent sur la paroi A.

Les expériences que nous avons effectuées dans ces conditions nous permettent de conclure que, pour obtenir la plus grande production de rayons X, il faut que l'électrode C constitue la cathode et l'électrode A l'anode ([1]);

([1]) Un raisonnement analogue montre que l'appareil employé par M. d'Arsonval, et dans lequel on mesure l'élévation de température d'un thermomètre soumis à l'action inductrice d'un solénoïde, est un ampèremètre, à condition que la masse où naissent les courants induits soit telle que la répartition du courant y soit indépendante de la fréquence.

([2]) Laboratoire des recherches physiques, à la Sorbonne, le 4 mai 1896.

([1]) Ces résultats concordent avec les expériences de MM. Benoist et Hurmuzescu, qui ont remarqué une intensité plus grande, parfois double, lorsque dans le tube à croix de Crookes la croix était levée.

dans ce cas, on ne constate aucune luminescence dans la partie renflée derrière A.

MM. Benoît et Hurmuzescu ont vérifié, avec ce même tube, la loi du carré de la distance, et leurs mesures partaient de l'électrode A.

On voit de suite le parti qu'on peut tirer de cette disposition pour la construction d'un tube susceptible de donner une intensité plus grande que celle réalisée dans les tubes parus jusqu'à ce jour.

M. Chabaud, sur ce principe, a construit le tube ci-dessous :

Il est composé d'une ampoule en verre traversée par le fil qui porte la cathode; celle-ci, de forme concave, a un diamètre peu différent du tube dans lequel elle pénètre; au foyer de la cathode, un disque en aluminium, constituant l'anode, est soudé au verre et à faible distance de la paroi qui ferme le tube.

Comparé à un focus au point de vue photographique, il a donné des épreuves plus nettes avec un temps de pose plutôt plus court. Nous croyons que la netteté plus grande que donnent ces derniers tubes provient de ce que le centre d'émission se trouvant tout près de la paroi de sortie, les rayons dispersés qui viennent frapper le verre peuvent créer sur lui de nouveaux centres d'émission, et que dans ce cas la surface active serait plus petite dans notre tube que dans celui à lame de platine (focus).

Comparé au point de vue décharge sur l'électroscope Hurmuzescu, il a donné les résultats de même ordre.

Ce tube présente, en outre, les avantages suivants : sa durée d'existence est plus longue. Il permet l'inversion du courant sans crainte d'altération.

Ces deux avantages sont dus à l'emploi d'électrodes tout en aluminium.

Radiographies. Applications à la physiologie du mouvement. — Note de MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans, présentée par M. d'Arsonval. — Les divers perfectionnements successivement introduits dans la technique de la radiographie par les rayons X permettent dès aujourd'hui d'obtenir des épreuves satisfaisantes des régions les plus épaisses du corps humain.

Après les radiographies de poignet, de coude, de genou, que nous avons eu l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, nous avons obtenu des résultats analogues pour l'épaule, pour le tarse et pour la région lombaire de la colonne vertébrale, ainsi qu'en témoignent les épreuves positives jointes à cette note.

Toutes ces épreuves ont été obtenues sur le vivant.

Ainsi donc, qu'il s'agisse de radiographies de l'extrémité ou de la racine d'un membre, ou même des corps opaques (corps étrangers, calculs, vertèbres) de la région abdominale, il n'y a là qu'une progression de difficultés dont trois mois d'efforts combinés ont eu presque entièrement raison.

Il nous paraît intéressant de signaler aussi les services que peut rendre la radiographie pour l'étude de la physiologie des mouvements articulaires. L'utilité des épreuves radiographiques nous paraît à ce point de vue démontrée par l'examen de nos épreuves nos 5, 6 et 7, qui représentent le poignet droit de l'un de nous dans trois inclinaisons différentes de la main par rapport à l'axe de l'avant-bras en pronation. On y voit non seulement la part prise par l'articulation radio-carpienne, mais encore celle qui revient à l'articulation carpo-carpienne, en particulier au niveau du point où se joignent l'os crochu, le pyramidal, le semi-lunaire et le grand os. De l'étude géométrique de ces épreuves il sera possible de déduire, plus sûrement qu'on ne peut le faire par la dissection, la part de chacune des multiples articulations de cette région du corps dans les divers mouvements de la main.

Nous nous proposons de soumettre à ce procédé d'investigation non seulement les mouvements de la main, mais ceux des autres régions du corps pour lesquelles ce sera chose possible et utile.

Séance du 11 mai 1896.

Sur le rôle du noyau de fer de l'induit dans les machines dynamo-électriques, par M. Marcel Deprez. — Nous discutons cette note dans un article spécial, page 221 du présent numéro. Nos lecteurs y trouveront la note reproduite *in extenso*.

Sur l'abaissement des potentiels explosifs dynamiques par la lumière ultra-violette et l'interprétation de certaines expériences de M. Jaumann. — Note de M. R. Swyngedauw, présentée par M. Lippmann. — Note exclusivement théorique. Voir aux Comptes rendus.

M. Poisson soumet au jugement de l'Académie un *Projet de multiplicateur des courants électriques* (?!). MM. Mascart et Lippmann sont nommés commissaires pour l'examen de cette mirifique invention.

BIBLIOGRAPHIE

Cours de mécanique appliquée aux machines, par J. Boulvin. — *E. Bernard et Cie*, éditeurs. Paris, 1896.

La mécanique est aujourd'hui assez intimement liée à l'électricité pour que, même en dehors de sa valeur intrinsèque, un ouvrage de ce genre mérite une mention particulière dans nos colonnes. Sous un titre aussi général il n'est pas possible, en l'état actuel de la science, qu'un auteur de la qualité de M. Boulvin ne fasse pas allusion quelque part à la construction mécanique des machines dynamo-électriques et qu'il n'y ait, à cet égard, quelque chose de bon à en tirer pour nous. Nous ne saurions

méconnaître d'ailleurs le rôle plus que jamais important que jouent dans nos secteurs ou grandes stations centrales les machines motrices, à vapeur ou autres, non plus que la place considérable prise dans l'installation de ces stations par nos grands établissements de construction de machines. Si donc cet ouvrage ne s'adresse pas directement aux électriciens de profession, il les touche étroitement par la communauté du but visé avec la collaboration des ingénieurs-mécaniciens.

Professé à l'École spéciale du Génie civil de Gand, ce cours, destiné à former des ingénieurs praticiens, est conçu dans un esprit différent de celui de ses devanciers. Il n'est ni trop théorique ou trop savant, si l'on peut s'exprimer ainsi, c'est-à-dire d'un caractère trop général et trop détaillé pour les besoins immédiats de l'application, ni purement pratique, c'est-à-dire exclusivement descriptif, n'ayant pour guide qu'un empirisme exagéré. Sans s'arrêter aux conclusions vagues, l'auteur, mettant à profit l'expérience et les études des plus habiles constructeurs et observateurs, a poussé la théorie assez loin pour pouvoir, sans longs développements analytiques, la traduire en chiffres et en tracés, et ce dernier point est la caractéristique de son œuvre : l'emploi des méthodes graphiques qui ont l'avantage de relier d'une manière sensible et commode pour la discussion les éléments variables des problèmes. Nous ajouterons avec lui que cette méthode, lorsque les épures sont tracées en grandeur d'exécution, est d'une précision égale à celle de cette exécution même des organes, les données devant toujours, quel que soit le procédé employé, être reportées sur les pièces, ce qui rend tout à fait inutile une approximation supérieure à celle que peuvent donner les mesures prises sur le papier ou sur le métal.

Nous n'avons sous les yeux que le 5e fascicule de cet important ouvrage, et, quand nous disons fascicule, c'est pour nous conformer au titre, car c'est bel et bien un volume de 19 feuilles, à pagination spéciale, traitant des « Machines à vapeur » ; mais les prétendus 8 fascicules forment un ensemble complet dont les divisions sont établies de manière à ce qu'une suite de volumes comprenne une branche bien définie de la science. Ainsi le 1er fascicule, « Théorie générale des mécanismes », comprend l'équilibre des mécanismes en face des résistances passives, ainsi que l'étude du mouvement et de sa régularisation. Les fascicules 2 à 5, « Moteurs animés, récepteurs hydrauliques et pneumatiques », « Théorie des machines thermiques », « Générateurs de vapeur », « Machines à vapeur », sont consacrés à l'étude des moteurs, c'est-à-dire des machines permettant d'utiliser sous une forme différente les sources naturelles d'énergie. Les numéros 2, 4 et 5 forment un traité complet sur les moteurs hydrauliques, les chaudières et les machines à vapeur, parmi lesquelles les machines Sulzer, Corliss et Willans intéresseront particulièrement nos lecteurs. Si elles y sont nommément étudiées, ce n'est pas, d'ailleurs, comme le fait observer l'auteur, une affaire de choix ou de recommandation, mais une question de principe dans leurs dispositions. Enfin les fascicules 6, 7 et 8, « Machines servant aux transports », « Machines servant à déplacer les fluides », « Transport du travail à longue distance (air comprimé et eau sous pression) », sont réservés aux *opérateurs* de la mécanique générale.

L'ensemble est vaste, on le voit, tant comme importance matérielle (1800 pages et 1400 figures) que comme fond, enrichi, en outre, de nombreuses et précieuses notes bibliographiques, et quelques-unes de ses parties touchent plus particulièrement nos études. M. Boulvin était particulièrement qualifié pour mettre le tout au point. Les éditeurs font ressortir, avec un à-propos tout à fait de circonstance, le soin apporté à éviter les erreurs typographiques ; nous les en remercions, et pour cause, en les engageant à persévérer dans cette voie. Dans ces conditions les lecteurs ne manqueront pas parmi les élèves des Écoles techniques supérieures ou d'arts et métiers, les ingénieurs et le personnel des bureaux d'études.

E. BOISTEL.

SYNDICAT PROFESSIONNEL

DES

INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

CHAMBRE SYNDICALE

Séance du 5 mai 1896.

Présents : MM. *Bancelin, Berne, Bénard, Bernheim, Geoffroy, Harlé, Meyer, Mildé, Sartiaux, Triquet.*

Excusés : MM. *Cance, Hillairet.*

Sont admis à faire partie du Syndicat comme membres adhérents : M. *Mornat*, constructeur-électricien, 56, boulevard Voltaire. — M. *Guichard*, ingénieur de la Compagnie Edison, 72, rue Rochechouart. — M. *Le Bourg*, ingénieur de la Compagnie Edison, 9, rue Trudaine. — M. *Picard* (*Ludovic*), constructeur-électricien, 62, rue Charlot. — M. *de la Ville le Roulx* (*Pierre*), directeur de la Société pour le Travail électrique des métaux, 13, rue Lafayette. — M. *Korda* (*Désiré*), ingénieur, chef du service électrique à la Compagnie de Fives-Lille, 64, rue Caumartin. — M. *Schwarberg*, directeur de la Compagnie Électro-Mécanique, 11, avenue Trudaine. — M. *Cadiot*, constructeur-électricien, 12, rue Saint-Georges. — M. *de Coincy*, président de la Société des Globes diffuseurs, 55, rue Taitbout. — M. *Rouget* (*Paul*), administrateur-délégué de la Compagnie continentale des Compteurs, 9, rue Pétrelle. — M. *Castoul* (*Édouard*), constructeur d'appareillage, 6, rue Martel.

LE PRÉSIDENT rend compte du succès obtenu par l'*Exposition d'Éclairage domestique*, qui a été organisée du 2 au 5 mai par la Société internationale des Électriciens, et à laquelle le Syndicat des Industries électriques a apporté un concours empressé. L'affluence des visiteurs a été considérable et cette entreprise n'a pu qu'être fort utile à notre industrie. Il est juste de rappeler la part importante que notre collègue, M. Clémançon, a prise à l'organisation matérielle de cette exposition, et de lui adresser nos remerciements.

A la suite de l'Assemblée générale du 17 mars dernier, l'un de nos adhérents, M. *Ducommun*, directeur de la Société régionale d'Électricité, à Avignon, nous a adressé le compte rendu pour l'exercice 1895 de cette *Entreprise d'éclairage électrique*. Etablie avec un capital de 200 000 fr actions et de 200 000 fr obligations, elle dessert plus de 2000 lampes, et le résultat de l'exploitation, après avoir assuré un large amortissement, a permis de distribuer 7 pour 100 de dividende. M. Ducommun explique, dans la lettre qu'il a adressée à la Chambre syndicale, par quels procédés de rigoureuse économie et par quel système d'exploitation il a obtenu ce résultat, et il se met volontiers au service de ceux de nos collègues qui désireraient quelques renseignements.

L'exemple de la Société d'Avignon montre que les entreprises d'éclairage électrique sont susceptibles de donner d'excellents rendements; il convient de féliciter M. Ducommun de sa réussite, et de porter son intéressante communication à la connaissance de nos adhérents.

Le Président informe la Chambre que le Conseil d'État, auquel les Chambres adhérentes au Comité central avaient adressé une réclamation au sujet des nouveaux droits d'octroi votés en 1894 par le Conseil municipal de Paris, sur les fers et aciers, a émis un avis défavorable à l'application de ces droits, et que M. le Ministre des Finances a renvoyé le dossier à la Préfecture de la Seine pour nouvel examen.

M. Harlé rend compte des travaux de la Commission chargée d'établir une *Instruction pour prévenir les accidents dans les usines employant l'électricité*. Cette Commission propose le projet suivant, destiné à être porté à la connaissance des ouvriers par l'affichage dans les usines intéressées et qui, d'ailleurs, ne serait pas à appliquer dans les stations centrales et les usines de construction électrique, où le personnel a une compétence professionnelle spéciale :

PROJET D'INSTRUCTION CONCERNANT LES APPAREILS ÉLECTRIQUES

Éviter sur les machines électriques en marche, sur les appareils ou conducteurs mis en communication avec la source d'électricité, tout travail autre que les manœuvres normales, même le nettoyage.

Éviter d'approcher des machines électriques des objets de fer qui peuvent se trouver attirés dans les organes en mouvement.

Veiller à la bonne isolation de toutes les parties de l'installation en écartant des machines, des conducteurs et des appareils, les poussières de toute nature, la graisse ainsi que l'humidité.

Il est interdit de jeter de l'eau ou des linges mouillés sur les appareils ou conducteurs parcourus par le courant, même en cas de feu. Dans ce cas, on doit d'abord interrompre le courant.

Lorsqu'un travail de modification ou de réparation est nécessaire, on doit séparer du réseau, de manière que le courant cesse d'y circuler, les conducteurs et appareils sur lesquels on travaille. Le contremaître devra s'assurer, avant le commencement du travail, que la source n'est plus en communication par aucun de ses pôles.

S'il était indispensable d'opérer sur des conducteurs ou appareils parcourus par le courant, le travail ne serait fait que par l'ouvrier spécialement chargé de l'installation électrique, sous la surveillance du contremaître.

On ne doit s'approcher des machines ou appareils parcourus par des courants à haute tension, qu'en prenant des précautions spéciales pour l'isolation. Les ouvriers qui s'approchent de ces machines et appareils doivent porter des chaussures isolantes; ils doivent se tenir sur les planchers isolés ou tapis spéciaux isolants, disposés pour l'accès à ces machines et appareils.

On ne doit pas toucher les conducteurs, même garnis d'isolant, parcourus par des courants de haute tension.

Il est particulièrement dangereux de toucher simultanément deux conducteurs ou deux organes de polarité différente. Pour éviter tout accident dans les manœuvres à effectuer sur les appareils, on doit faire attention de ne toucher que les poignées isolantes, et autant que possible se servir d'une seule main, l'autre restant éloignée des appareils.

Un ouvrier ne doit jamais entrer, sans autorisation spéciale, dans le local où se trouvent les transformateurs.

Il est de même interdit de pénétrer, avec une lumière à feu nu, dans un local renfermant des accumulateurs.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Émile Barrault, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

250592. — **Société The Alternate Current Electro Motor Syndicate Limited.** — *Perfectionnements dans les électromoteurs et appareils électromagnétiques analogues* (27 septembre 1895).

250595. — **Leitner** et **Reicher.** — *Procédé pour la construction d'une électrode pour éléments primaires ou secondaires piles sèches* (27 septembre 1895).

250669. — **Denayrouze.** — *Auto-régulateur de vitesse pour moteurs électriques* (1er octobre 1895).

250674. — **Fuchs** et **Thieman.** — *Perfectionnements apportés aux éléments de piles zinc-cuivre* (1er octobre 1895).

250519. — **See.** — *Perfectionnements employés dans les mécanismes employés pour indiquer au moyen de l'électricité l'extinction des lampes et pour des usages analogues* (24 septembre 1895).

250558. — **Ageron.** — *Perfectionnements aux lampes électriques à incandescence par la récupération de la chaleur dégagée par le filament incandescent des lampes et la transformation de cette chaleur en radiations lumineuses* (26 septembre 1895).

250670. — **Rae.** — *Perfectionnements relatifs ou applicables aux lampes électriques à arc* (1er octobre 1895).

250687. — **Gayo.** — *Système d'appareil contrôleur applicable à l'éclairage électrique* (2 octobre 1895),

250616. — **Faure.** — *Perfectionnements dans la fabrication du cyanate de calcium par le fourneau électrique et application de ce cyanate comme engrais* (28 septembre 1895).

250516. — **Ruden** et **Noren.** — *Appareil électrique pour ouvrir les becs de gaz* (24 septembre 1895).

250517. — **Schlesinger.** — *Commutateur électrique pour allumoirs de becs de gaz* (24 septembre 1895).

244426. — **Piedfort.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 18 janvier 1895, pour perfectionnements dans les appareils réalisant la télégraphie ou la téléphonie* (5 octobre 1895).

246411. — **Société E. Gossens, Pope et Cie.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 5 avril 1895, pour perfectionnements dans la fixation des lampes à incandescence sur leur socle* (28 septembre 1895).

242072. — **Seligman-Lui.** — *Certificat d'addition pris le 13 octobre 1894, pour compteur de communications téléphoniques* (12 octobre 1895).

248845. — **Société G. Aboilard** et **Cie**. — *Certificat d'addition au brevet pris le 12 juillet 1895, pour réseau téléphonique pour plusieurs abonnés greffés sur une même ligne* (8 octobre 1895).

247590. — **Johnson.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 21 mai 1895, pour un appareil électrique pour l'allumage du gaz* (12 octobre 1895).

244076. — **Société dite : Westinghouse Electric Company Limited.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 2 janvier 1825, pour perfectionnements aux méthodes et appareils destinés à mesurer les courants électriques* (22 octobre 1895).

250765. — **Murphy, Pièrce** et **Dixon.** — *Perfectionnements aux chemins de fer électriques* (5 octobre 1895).

250843. — **Compagnie de l'Industrie électrique.** — *Appareil régulateur pour régler la marche d'un moteur électrique et pour le faire fonctionner comme frein électrique réglable pour tramways, chemins de fer*, etc. (9 octobre 1895).

250724. — **Moulun.** — *Système de torpille électro-automobile dirigeable* (3 octobre 1895).

250836. — **Libbey.** — *Perfectionnements aux vélocipèdes électriques* (8 octobre 1895).

250841. — **Rassimier.** — *Nouvelle bicyclette à propulsion électrique avec pédales combinées* (9 octobre 1895).

250811. — **Marage.** — *Serre-nœud électrique automatique pouvant servir d'amygdalotome et être employé pour d'autres opérations chirurgicales* (8 octobre 1895).

250705. — **Demassias.** — *Appareil micro-téléphonique destiné à la vulgarisation et dénommé Capsotéléphone ou boîte téléphonique* (1er octobre 1895).

250722. — **Balukuwitsch.** — *Téléphone fonctionnant sur une ligne spéciale et une ligne télégraphique* (3 octobre 1895).

250744. — **Société Ch. Mildé fils** et **Cie**. — *Perfectionnements apportés aux transmetteurs téléphoniques* (4 octobre 1794).

250777. — **Buchheim.** — *Dispositif de mise en marche pour appareils télégraphiques, système Hughis* (7 octobre 1895).

260790. — **Ferraris** et **Arno.** — *Perfectionnements dans les dispositions pour alimenter un système de circuits à courants diphasés ou en général polyphasés au moyen d'un système de circuits à courant électrique alternatif monophasé* (7 octobre 1895).

250779. — **Mercadier** et **Purquin.** — *Système collecteur distributeur et extincteur automatique de courants électriques ondulatoires ou alternatifs* (7 octobre 1895).

250813. — **Monges** et **Besombes.** — *Nouveau système d'accumulateur électrique à deux métaux* (8 octobre 1895).

250882. — **Ageron.** — *Générateur automatique d'électricité à courants alternatifs ou continus* (10 octobre 1895).

250773. — **Benier.** — *Lampe électrique* (7 octobre 1895).

250810. — **Le Roy.** — *Application du silicium au chauffage par l'électricité* (8 octobre 1895).

250866. — **Société du Familistère de Guise Dequenne** et **Cie**. — *Appareil de chauffage à l'électricité* (10 octobre 1895).

250893. — **Société H.-W. Johns Manufacturing Company.** — *Perfectionnements aux chauffoirs électriques* (9 octobre 1895).

250955. — **Buxton.** — *Procédé perfectionné pour la fabrication et l'application des assemblages pour rails électriques* (14 octobre 1895).

250991. — **La Burt.** — *Tramway électrique* (15 octobre 1895).

251045. — **Gans.** — *Appareil d'allume pour mélange gazeux explosibles, lequel est maintenu automatiquement au rouge sous l'effet du gaz après avoir été chauffé au rouge par l'électricité* (18 octobre 1895).

251080. — **Barda.** — *Système électro-magnétique dit : Rajeunisseur électro-magnétique, système Barda, pour les traitements par l'électricité et notamment pour les opérations de massages et de bains faciaux réalisant l'esthétique féminine* (19 octobre 1895).

250978. — **Smith** et **Vassar.** — *Systèmes téléphonique et d'appel combinés* (15 octobre 1895).

25097?. — **Graizier.** — *Nouveau système de ligne électrique* (15 octobre 1895).

251007. — **Berret.** — *Pile électrique étanche, système Berret* (16 octobre 1895).

251023. — **Cox.** — *Perfectionnements aux générateurs thermo-électriques* (17 octobre 1895).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société française d'Incandescence (Auer). — Voici, dans toute son ingénuité, le bilan arrêté au 31 décembre 1895 qui a été approuvé par les actionnaires le 16 avril.

Actif.

Caisse	17 639,47 fr.
Banquiers	2 800 387,18
Reports	3 578 800,00
Portefeuille : effet à recevoir	226 336,63
— valeurs	429 249,80
Avances diverses	18 900,75
Impôts sur titres	50 058,45
Immeuble	513 067,95
Matières premières	568 710,34
Marchandises en magasin	294 939,32
Apports	150 000,00
Mobilier et matériel	18 541,53
Installation	21 538,33
Installation Belleville	38 453,10
	8 746 622,85 fr.

Passif.

Capital		2 000 000,00 fr.
Réserve légale		80 000,00
Fonds de prévoyance		435 210,20
Profits et pertes :		
Solde reporté en 1894	223 194,91	
Exercice 1895	3 731 531,43	
		3 954 726,34
Créanciers divers		2 276 686,31
		8 746 622,85 fr.

Le dividende pour 1895 n'a été que de 140 fr au lieu de 180 pour 1894, malgré toute l'activité dépensée pour tuer les concurrents et remplacer la modeste incandescence électrique.

Il semble donc que, comme toute industrie, celle du Bec Auer a passé par son maximum de prospérité, et nous ne nous arrêterions pas plus longtemps si le bilan ci-dessus ne suscitait des réflexions sur la situation même de l'entreprise.

Qu'est-ce que ce compte de *reports* figurant à l'actif pour 3 578 500 fr, soit la moitié de l'actif *évalué*? La Société cumule-t-elle donc la fabrication de ses appareils et le prêt sur titres? et sur une aussi vaste échelle?

Enfin, si de l'actif on retranche les *créanciers*, 2 276 686,31 fr, il reste un solde qui, réparti entre les 20 000 actions, repré-

sente 200 fr par titre et non 1200 fr, cours actuel de ces titres.

Lazare Weiller et Cie. — La *Société Lazare Weiller et Cie* a été constituée en 1883. Son capital initial de 1 250 000 fr a été porté, en 1892, à 2 millions de francs.

Dès ses débuts, la Société a su prendre une place importante dans l'industrie française. Son chiffre d'affaires a progressé constamment et elle se trouve aujourd'hui au premier rang pour la fabrication des fils de cuivre et de bronze, dont elle s'est fait une spécialité.

Les bénéfices réalisés par cette Société ont correspondu au développement de son activité industrielle.

Ces bénéfices ont permis de distribuer les dividendes suivants :

Exercice	1883-1884 (18 mois)	37,50 fr.
—	1885 (un an)	25,00
—	1886 —	30,00
—	1887 —	50,00
—	1888 —	25,00
—	1889 —	25,00
—	1890 —	40,00
—	1891 —	42,50
—	1892 —	40,00
—	1893 —	40,00
—	1894 —	40,00

Pour l'exercice 1895, le dividende de 40 fr. est assuré.

Ces répartitions n'ont cependant eu lieu qu'après des prélèvements très considérables, en vue d'amortir l'outillage industriel et de constituer de fortes réserves.

C'est ainsi que la Société a amorti :

De 1883-1884 à 1890, soit en sept exercices, représentant le montant intégral des dépenses d'installation de son usine d'Angoulême.	972 000 fr.
En 1892-1893, le coût des travaux d'amélioration de cette usine	97 000
Et, en même temps, elle a constitué la réserve légale de	133 000
et une réserve extraordinaire de	660 000
Total	1 861 000 fr.

Pendant cette période de douze années, la Société a donc pu, au moyen de ses profits, amortir et mettre en réserves réelles ou pour parer à des pertes, un montant bien supérieur à son capital précédent et presque égal à son capital actuel, et cela, tout en distribuant, pendant les six dernières années, 8 pour 100 de dividende.

Ces résultats démontrent suffisamment la prospérité de la Société, en même temps que l'esprit de prudence apporté à la gestion des intérêts sociaux.

Le tableau ci-après met en regard le chiffre d'affaires annuel et, depuis 1888, le tonnage des expéditions auquel il a correspondu :

	Chiffre d'affaires.	Tonnages.
1883-1884 (18 mois)	1 181 202,65 fr.	» kg.
1885 (1 an)	772 710,00	»
1886 —	1 788 151,92	»
1887 —	2 064 825,77	»
1888 —	1 467 273,71	576 347
1889 —	2 689 913,09	1 177 540
1890 —	5 142 688,60	2 232 710
1891 —	5 848 266,93	2 581 201
1892 —	4 958 644,27	2 545 282
1893 —	4 520 197,73	2 557 675
1894 —	5 495 247,05	3 735 658

En 1895, le chiffre d'affaires a dépassé 11 millions de francs.

Jusqu'à ce jour, c'est par les usines installées à Angoulême que la *Société Lazare Weiller et Cie* a fait face aux nécessités de son exploitation. Or, ces usines, mal desservies par le port de Bordeaux, sont, au point de vue de l'arrivée des matières premières (cuivres et charbons) aussi bien qu'au point de vue de l'expédition des produits fabriqués, dans des conditions peu avantageuses.

Aussi, avec l'augmentation, dépassant toute prévision, du chiffre d'affaires et le développement toujours croissant de cette intéressante industrie, la nécessité du déplacement des usines et de leur installation dans une situation plus propice s'est-elle imposée.

C'est ainsi que la Société a été amenée à construire au Havre de nouvelles usines, appelées non seulement à remplacer les premières, mais devant aussi faire face à une exploitation infiniment plus considérable.

Ces nouvelles usines seront munies de l'excellent matériel des usines d'Angoulême, et, en outre, d'un matériel beaucoup plus important et plus perfectionné, permettant d'assurer une production considérable dans des conditions de prix de revient qu'aucun autre établissement ne saurait atteindre.

Au point de vue de l'arrivée des matières premières et de l'expédition des matières fabriquées, leur situation au bord de la mer, du canal de Tancarville et sur le chemin de fer de l'Ouest, auquel elles sont raccordées, permet de réaliser des économies considérables sur les transports et contribuera encore à l'amélioration du prix de revient.

Les nouvelles usines seront inaugurées vers le mois de juin prochain. L'exercice 1896 ne bénéficiera donc pas, dans une mesure très large, des avantages que leur installation doit apporter à la Société. Il ne faut pas s'attendre à les voir produire leur plein effet avant l'année 1897. A ce moment, leur organisation sera complète et leur fonctionnement, régularisé par plusieurs mois de marche préalable, permettra d'entrevoir pour l'avenir une rémunération encore meilleure que par le passé, du capital engagé.

C'est en vue de cette installation des usines du Havre que la *Société Lazare Weiller et Cie* a décidé de faire appel à de nouvelles ressources.

A cet effet, l'Assemblée générale extraordinaire des actionnaires, tenue le 28 octobre 1895, a décidé de porter le capital social de 2 millions de fr à la somme de 3 millions de fr, par la création de 2000 actions nouvelles.

Ces actions viennent d'être émises et ont été réservées aux anciens actionnaires au prix de 750 fr l'une.

La prime de 250 fr par action, soit 500 000 fr, résultant de cette émission, a servi à renforcer les réserves.

La même assemblée a autorisé l'augmentation d'émission des obligations dont le produit effectif ne devra toutefois, en aucun cas, dépasser le montant du capital social.

En vertu de cette autorisation, la Société a décidé de créer 4762 obligations nouvelles 4 pour 100 de 500 fr, rapportant 20 fr d'intérêt annuel, payables par coupons semestriels les 1er janvier et 1er juillet et remboursables au pair au plus tard en trente-huit années.

Ces obligations sont émises avec jouissance d'intérêts du 1er avril 1896. Le premier coupon échéant le 1er juillet 1896, correspondant à la période de trois mois jusqu'à cette date, sera exceptionnellement de 5 fr.

Tramways de La Haye. — L'Assemblée générale a eu lieu à La Haye, sous la présidence de M. E. Urban. L'assistance, particulièrement nombreuse, comprenait plusieurs actionnaires belges.

Après la lecture du rapport du Conseil d'administration par M. J. van Prehn, administrateur, un des actionnaires belges a pris la parole au nom d'un groupe nombreux de porteurs de titres; il a lu une déclaration critiquant sous plusieurs rapports la gestion du conseil actuel, tant en ce qui concerne l'exploitation en général que le projet de traction électrique par *accumulateurs*. Ce projet, a-t-il dit, a été mis en avant, sans que ses avantages et inconvénients aient été étudiés à fond. La critique s'est étendue également à l'état de la cavalerie, qui se trouve dans une situation tellement déplorable qu'elle a suscité des protestations de la part du public de La Haye et de la Société Protectrice des Animaux. Les rapports tendus existant entre l'administration communale de La Haye

et le conseil de la Société sont évidemment très préjudiciables aux intérêts de cette dernière.

M. Urban a répondu longuement à ces différentes critiques et a défendu l'administration de la Société en invoquant la durée relativement restreinte de la concession, qui empêche l'application de quelques-unes des mesures réclamées.

Quelques incidents ont encore marqué les votes, mais, en conclusion, le rapport ainsi que le bilan et le compte de profits et pertes ont été approuvés.

Les administrateurs sortants, MM. J.-A. van Prehn, baron F.-A.-P. Wittert van Hoogland et M. C. van Hall, démissionnaire, ont été réélus. Cependant M. van Hall avait, avant la séance, fait connaître son intention de ne pas accepter le renouvellement éventuel de son mandat.

Ces votes ont fait l'objet de protestations très vives et ont été taxés d'irréguliers par un grand nombre d'intéressés qui se sont abstenus, en déclarant qu'on avait admis au scrutin des actionnaires inscrits sur la feuille de présence sans qu'ils pussent produire un certificat de dépôt.

INFORMATIONS

Compagnie Urbaine d'Eau et d'Électricité. — L'assemblée générale extraordinaire a ratifié le 11 avril courant l'augmentation proposée par le Conseil à l'assemblée du 6 janvier.

Le capital est, par suite, porté à 700 000 fr. La Compagnie possède la majeure partie des actions de la Société de Saumur dont elle vient de prendre la direction. Elle vient également de racheter la majorité des actions de la Société de Dieppe, qu'elle va également diriger.

Nous croyons savoir qu'elle va prochainement s'intéresser encore dans d'autres Sociétés et leur fournir tous les moyens de se développer facilement.

Compagnie française des Câbles télégraphiques. — Les actionnaires ont, le 24 avril, voté les résolutions suivantes :

1° L'assemblée, après avoir entendu la lecture du rapport du Conseil d'administration, décide de créer jusqu'à concurrence de 45 000 obligations 4 pour 100 de 500 fr chacune, rapportant 20 fr par an, payables par semestre, amortissables au pair de 500 fr en trente ans au plus tard, avec faculté de remboursement anticipé, et d'affecter exclusivement au service de l'intérêt et de l'amortisssement des obligations précitées la subvention de 800 000 fr accordée pendant trente années à la Compagnie française des Câbles télégraphiques, conformément à la convention passée avec le gouvernement français le 2 juillet 1895, complétée par un avenant en date du 19 décembre de la même année (loi du 28 mars 1896).

Cette subvention sera complétée par telle partie des recettes des câbles transatlantiques qui sera nécessaire pour parfaire ledit service d'intérêt et d'amortissement.

2° L'assemblée, après avoir entendu lecture du rapport du Conseil d'administration, décide de créer, jusqu'à concurrence de 30 000 obligations à 5 pour 100 de 500 fr chacune, rapportant 25 fr par an, payables par semestre, amortissables au pair de 500 fr en trente ans au plus tard avec faculté de remboursement anticipé.

3° L'assemblée donne tous pouvoirs au Conseil d'administration pour fixer l'époque et les conditions d'émission des obligations à 4 pour 100 et 5 pour 100 dont la création vient d'être décidée, prendre toutes mesures d'exécution, et lui confirme, en tant que de besoin, les pouvoirs que lui confère l'article 22 des statuts, à l'effet de traiter avec des établissements de crédit ou banquiers pour se procurer en attendant, au mieux des intérêts de la Société, les avances nécessaires à la réalisation des communications télégraphiques sous-marines entre la France, l'Amérique du Nord et les Antilles dans les délais prescrits par la convention du 2 juillet 1895 et l'avenant du 19 décembre de la même année.

Tramways Electrical Traction Company. — L'assemblée générale ordinaire a eu lieu à Londres le 30 mars dernier sous la présidence de lord Richard Browne.

Après avoir rappelé les déboires des Compagnies de Tramways de Rouen, le président a expliqué que la Compagnie de *Tramways Electrical Traction* avait été formée pour appliquer la traction électrique au réseau rouennais. Le concours apporté en cette circonstance à la Compagnie des tramways de Rouen a été la première affaire entreprise par la Société, qui a passé des contrats avec la Compagnie française Thomson Houston pour l'équipement électrique des tramways de Rouen. Les travaux ont été poussés avec activité et quelques sections ont pu être ouvertes au public dès le commencement de février. L'inauguration totale faite le 22 mars a été un très grand succès.

Un accord est ensuite intervenu, d'après lequel la Compagnie française Thomson Houston rembourse les avances en espèces faites au compte de la Compagnie des Tramways de Rouen, avec intérêt à 6 pour 100, et achète pour 2 500 000 fr les 7094 actions ordinaires et les 48 actions de jouissance de la Compagnie de Rouen possédées par la Compagnie anglaise.

Le résultat de cette vente est que la Compagnie anglaise tout en conservant intact son capital (15 000 actions préférées dont 125 fr payés, 15 000 actions ordinaires de 37,50 fr entièrement libérées), bénéficie d'une somme de plus de 2 millions (81 124 liv. st.) à répartir de la façon suivante.

Intérêt à 6 pour 100 par an sur 15 000 actions préférées	4 125 £
Dividende de 5 £ par part sur 15 000 actions ordinaires	75 000
Balance portée au nouveau compte.	2 089
Total.	81 214 £

Le Président a conclu d'ailleurs à la liquidation de la Société, qui n'a plus de raison d'être actuellement, puisqu'elle a vendu sa seule affaire.

Notons que la *Compagnie des Tramways de Rouen*, convoque ses actionnaires pour le 29 mai, 27, rue de Londres, avec l'ordre du jour suivant :

Prorogation de la durée de la Société; augmentation du capital social; autorisations diverses à donner au Conseil d'administration et au commissaire en vue des formalités à accomplir pour l'augmentation du capital social.

Société Arriégeoise d'Électricité. — Le 26 mai, une assemblée extraordinaire se tiendra à Pamiers avec l'ordre du jour suivant :

1° Vote sur les conclusions du rapport des commissaires chargés par l'assemblée générale du 2 mai de vérifier et apprécier les avantages des fondateurs; 2° nomination des administrateurs et du commissaire des comptes; 3° réduction du capital social à une somme correspondante à la valeur actuelle de l'actif social, d'après le rapport des commissaires commis par l'assemblée du 2 mai; 4° échange d'actions nouvelles contre les anciennes; 5° suppression de l'avant-dernier alinéa de l'article 22 des statuts; 6° reconnaissance de la régularisation de la Société; 7° création d'obligations.

Société Civile pour le recouvrement d'une participation dans les bénéfices nets du réseau Edison. — L'assemblée extraordinaire est convoquée pour le 28 mai, 61, passage Jouffroy, siège social, pour délibérer sur la création de 200 parts nouvelles.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

33 283. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

5e Année. — N° 107. 10 Juin 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

La traction mécanique des tramways de Paris. — Une enquête est ouverte, du jeudi 4 juin au samedi 4 juillet 1896, sur le principe de la substitution de la traction mécanique à la traction animale sur les lignes de tramways exploitées tant à Paris que dans les autres communes du département de la Seine et desservies par des chevaux.

En conséquence, les pièces du dossier seront déposées à la préfecture de la Seine : 1° au bureau des Travaux publics du département et des communes, à l'Hôtel de Ville; 2° au bureau du Domaine de la Ville (annexe Est de l'Hôtel de Ville, à l'entresol), et dans les mairies des vingt arrondissements de Paris, ainsi que dans celles des autres communes du département de la Seine, tous les jours de 11 heures à 5 heures, excepté les dimanches et jours fériés. Toute personne intéressée est invitée à consigner ses observations sur les registres qui seront ouverts, à cet effet, aux endroits ci-dessus désignés.

Les lois de l'induction et les théories de M. Marcel Deprez. — Nous insérons dans le présent numéro la note de M. Potier en réponse à M. Marcel Deprez, ainsi que la réponse faite par ce dernier à M. Potier dans la séance du 26 mai. Au moment de mettre sous presse, nous recevons les Comptes-Rendus du 1er juin renfermant une nouvelle réponse très courte de M. Potier, réponse que nous publierons dans notre prochain numéro. La discussion paraît devoir s'éterniser, et, pour y mettre fin, nous espérons que M. Marcel Deprez se décidera à publier prochainement la nouvelle théorie promise, théorie qui menace, d'après son auteur, de renverser les lois fondamentales de l'induction. Jusqu'après cette publication, nous nous contenterons de marquer les coups en reproduisant le texte officiel des Notes publiées aux Comptes-Rendus, car la discussion semble trop dévier de son origine.

Exposition de la Lumière, des industries chimiques et de la traction automobile. — Du 15 juin au 15 octobre 1896, s'ouvrira à la Galerie des machines (Champ-de-Mars) une Exposition sous le titre ci-dessus.

Cette Exposition comprendra 4 groupes : 1° éclairage par les huiles, le gaz et l'électricité ; 2° les industries chimiques et agricoles ; 3° la traction automobile ; 4° le chauffage et la ventilation.

Tous les appareils et produits d'éclairage y seront représentés sous toutes les formes, avec tous les perfectionnements apportés. Les découvertes réalisées dans le domaine de la chimie appliquée ont apporté des modifications importantes au fonctionnement de toutes les industries chimiques. Cette exhibition très importante sera le corollaire du deuxième Congrès international de chimie appliquée, qui aura lieu à Paris pendant l'Exposition. La traction automobile est aujourd'hui en vogue dans le monde entier. Ce sera un des attraits nouveaux de notre Exposition. Les voitures de tous systèmes avec leurs derniers perfectionnements, tant comme locomotion particulière que pour voitures de commerce, camionnage ou autres, fonctionneront devant le public. L'Exposition de chauffage et de ventilation sera d'un très grand intérêt pour le public soucieux du confort, de la commodité et de l'hygiène. Il importe donc à tous les industriels dont les produits rentrent dans le cadre de cette Exposition, d'y faire figurer leurs produits.

S'adresser, pour plus amples renseignements, au directeur de l'Exposition, M. Édouard Dubard, Galerie des machines, Champ-de-Mars, Paris.

Moteurs à acétylène. — D'après la *Rivista tecnica* du 30 avril 1896, M. G. Pedreti, de Parme, a réussi à construire un moteur à gaz acétylène, fonctionnant à quatre temps et appliqué par lui à la mise en mouvement d'une bicyclette. Le mélange introduit dans le cylindre se compose de un seizième d'acétylène et de 15 seizièmes d'air. L'introduction du mélange refroidit assez le cylindre pour qu'une circulation d'eau soit absolument inutile. Après la compression, le mélange est enflammé par un procédé que l'inventeur tient encore secret. Après la détente les gaz s'échappent à une température relativement basse. Le moteur fait 600 tours par minute, peut marcher 15 heures sans qu'on y touche, pèse 9 kg et développe une puissance utile, mesurée au frein, de 62 kgm : s. La dépense en carbure ne dépassait pas 5 centimes par heure. Ce sont là des résultats magnifiques, mais nous aimerions les voir appuyés de renseignements un peu plus techniques et un peu plus documentés. En admettant les chiffres comme exacts, on voit que la dépense ne dépasserait pas 7 centimes par cheval-heure effectif. C'est-à-dire qu'il serait plus avantageux d'utiliser les mines électriques à fabriquer du carbure de calcium, lequel carbure fournirait de l'acétylène pour moteurs à gaz, au lieu d'actionner directement des moteurs électriques. En poussant les choses à l'extrême, le carbure de calcium servirait à produire économiquement l'énergie électrique dépensée pour sa fabrication, et cela pourrait aller loin. On demande des explications.

Moteurs à vapeur. — Nous lisons, dans le *Journal de Saint-Pétersbourg*, un résumé d'une conférence donnée par M. E. Papmehl, à la Société polytechnique, sur une machine à vapeur exécutée il y a plus d'un an par la maison Sulzer de Winthertbour, pour la filature de MM. König à Saint-Pétersbourg. Au point de vue électrique cette conférence est intéressante par les conclusions que l'on peut en tirer, conclusions qui montrent l'importance capitale des machines à vapeur dans l'économie d'une installation électrique et des stations centrales en particulier.

La machine dont nous parlons est l'une des plus grandes qui soient en ce moment installées dans des usines, sa puissance est de 2500 chevaux vapeur indiqués. Les dimensions principales sont les suivantes :

Diamètre du cylindre à haute pression, en cm	76
— moyen, —	115
— basse pression, —	131
Diamètre des tiges du piston, en cm	20
Course commune	200
Vitesse angulaire en tours par minute	56
Diamètre du cylindre des deux condenseurs, en cm	500
Course des pistons des condenseurs	88
Nombre des gorges pour des cordes de 5 cm sur la poulie	36

Les fondations causèrent des difficultés à cause de la nature du sol d'abord et ensuite à cause d'une canalisation d'eau importante qui se trouvait en cet endroit et qu'on ne pouvait déplacer. Cette fondation se compose de trois blocs de béton ayant un volume total de 1550 m³. Le volant de cette machine qui possède deux systèmes de bras a 8,5 m de diamètre et pèse 78 tonnes. L'arbre qui le traverse a un diamètre de 640 mm. La vapeur nécessaire est fournie par 11 chaudières de 70 m² de surface de chauffe, fournies par la même maison. Ces chaudières donnent de la vapeur sous une pression de 11 kg par cm². La machine à vapeur consommait pour une puissance d'environ 2000 chevaux indiqués, 5,125 kg de vapeur par cheval-heure indiqué, c'est-à-dire 125 gr de moins que la garantie. Lorsque le feu est bien soigné la machine employait pour la même puissance environ 500 gr de charbon par cheval-heure indiqué (1 kg de charbon produisait 9,6 kg de vapeur sèche). Jusqu'ici l'économie réalisée sur le charbon pour produire la même puissance indiquée par les anciennes machines à vapeur, que la nouvelle a remplacées, est d'environ 50 pour 100. C. B.

De la destruction des arbres par la foudre. — M. Janescu, qui a déjà publié, en 1892, différentes expériences qu'il fit à ce sujet et qui semblaient indiquer que la fréquence avec laquelle la foudre tombait sur les arbres dépendait moins de la nature du sol et de la hauteur de l'arbre, que de leur constitution intérieure. Les arbres qui sont gras et qui contiennent de l'huile ne sont pour ainsi dire jamais frappés, tandis que ceux qui renferment de l'amidon sont particulièrement touchés. M. Janescu a continué et augmenté ses expériences ; il a publié dernièrement les résultats remarquables auxquels il est arrivé dans le (*Bericht d. Bot. Ges. XII*, p. 129). Il donne la preuve que la conductibilité d'un même arbre varie avec la saison. L'analyse anatomique fait voir que beaucoup d'arbres tirent au printemps de l'huile du sol, tandis qu'en automne ils accumulent de l'amidon en réserve, ou *vice versa*. Ainsi, par exemple, deux morceaux semblables d'un tronc de tilleul opposent à l'étincelle électrique une résistance plus grande, demandant une tension beaucoup plus élevée, en février où le bois et l'écorce sont imprégnés d'huile, qu'à la fin du mois de mars, c'est-à-dire quand le jeune bois est rempli de glucose et d'amidon. C'est le contraire qui se passe pour le hêtre, pour le sapin rouge, le chêne, qui sont riches en amidon depuis le mois de janvier jusqu'en avril, tandis qu'ils abondent en huile dans le courant de mai. Les sapins sont souvent foudroyés pendant les orages de l'été, parce que leur écorce, leur bois et leur moelle contiennent en ce moment beaucoup de glucose et quelquefois de l'amidon. En hiver, par contre, leur bois est riche en huile, et ils ne sont presque jamais endommagés, même dans les pays comme la Norvège et l'Irlande où les orages d'hiver sont beaucoup plus fréquents que chez nous. Plusieurs expérimentateurs ont trouvé que la contenance plus ou moins forte en eau avait peu d'importance dans ces phénomènes. Janescu le confirme et prétend que c'est l'huile qui joue le rôle prépondérant. Des bois riches en huile ne sont pas traversés par l'étincelle électrique, même lorsqu'on les soumet à de très hautes tensions. C. B.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Aix-les-Bains. — *Éclairage.* — L'éclairage de cette ville, dont il a été souvent question (nos 32, 45, **1893**, p. 178 et 490; nos 66, 71, **1894**, p. 410 et 539), est aujourd'hui chose faite. Les essais ont pleinement réussi, et la perle de la Savoie, rendue plus brillante que jamais grâce aux puissantes radiations de l'incandescence électrique, recevra certainement un nombre de visiteurs bien plus considérable. L'installation a été faite sous la direction de notre éminent collaborateur et ami R.-V. Picou.

Angers. — *Traction électrique.* — Cette ville, dont il a été souvent question (n° 67, **1894**, p. 434; n° 88, **1895**, p. 351, et n° 106, **1896**, p. 218), vient d'inaugurer son réseau de tramways électriques qui couvre dès aujourd'hui la ville entière.

Formant une agglomération de 100 000 habitants — tant ville que banlieue — la préfecture de Maine-et-Loire n'avait, en effet, jusqu'ici comme moyen de locomotion que des fiacres et de primitives guimbardes, celles-ci pour les communications extra-muros; de tramways, point.

Les pentes rapides des rues, pentes qui atteignent souvent 7 cm par mètre, rendaient impossible l'établissement de tramways à chevaux. Impossible, également, le bon fonctionnement de tramways à vapeur, ceux-ci ne pouvant pas facilement gravir des pentes supérieures à 4 cm par mètre.

On songea donc à établir un réseau de tramways électriques, et concession et construction furent confiées à la Compagnie de Fives-Lille. Des rails furent posés dans les principales rues de la ville pour 7 lignes urbaines; puis dans la banlieue jusqu'à Trélazé, à 6 km d'Angers, pays des ardoisières, et d'autre part jusqu'à Erigné. La longueur totale du réseau est de 25 km.

L'usine a été établie un peu avant Erigné, aux Ponts-de-Cé, à côté d'un vieux donjon, dernier vestige des guerres de religion. Comme rien ne s'opposait à l'établissement du trolley, c'est ce système qui a été choisi de préférence.

C'est aux Ponts-de-Cé qu'a eu lieu la fête d'inauguration, fête organisée par le maire, M. Boutton, ancien conseiller d'ambassade; et à laquelle s'étaient rendus le préfet, le maire d'Angers, la municipalité, les ingénieurs des ponts et chaussées, un groupe de financiers de Lyon et les notabilités de la contrée. Discours, toasts à la science, bouquets offerts par des jeunes filles, lunch, rien n'a manqué à cette fête agrémentée de voyages en tramways et d'explications données par l'ingénieur chargé de la construction.

Pessac (Gironde). — *Traction électrique.* — L'inauguration du tramway électrique de la ligne Bordeaux-Pessac aura lieu prochainement.

Tout d'abord la Société avait décidé d'ouvrir la ligne au public le 5 avril, jour de Pâques, mais par suite du retard apporté par la municipalité de Bordeaux à une demande de concession d'eau nécessaire à l'exploitation, la mise en service de la ligne a été retardée.

L'installation, dirigée par M. l'ingénieur Constant, est presque terminée. La voie, construite sur un des côtés de la route de Bordeaux à Arcachon, a une longueur de 4 km environ; elle est pourvue de distance en distance de voies de garage pour les croisements.

La tête de ligne se trouve à l'entrée du boulevard de Talence et, pour le moment, se termine à hauteur de la place de l'Église à Pessac. Sur tout le parcours, la ligne aérienne est posée dans les mêmes conditions que pour la ligne Bordeaux-Eysines; le système est d'ailleurs le même.

Les voitures motrices, au nombre de 10, ont été construites par la Société Dyle et Bacalan. Très confortables et admirablement suspendues, elles pourront effectuer le transport de 44 voyageurs chacune.

Les bâtiments de la Société, situés à 1 km environ du boulevard, comprennent de nombreuses constructions : à l'entrée se trouvent, donnant sur une immense cour, les bureaux, le concierge et les logements du directeur et du chef du dépôt; dans le fond, le hall de remise, dans lequel aboutissent sept voies de garage, pouvant contenir 20 voitures et 2 fosses pour la visite des trucks. Ce bâtiment, très élégant, à charpente métallique, a une longueur totale de 50 m sur une largeur de 30; m sur le derrière, et séparées par une cloison, se trouvent les machines, puis les chaudières.

Du système Babcock et Wilcox, les chaudières, au nombre de 2, sont d'une grande puissance; leur surface de chauffe est pour chacune de 132 m², elles absorberont pendant les quinze heures de travail de 6 à 7000 litres d'eau. Une seule fonctionnera la semaine, les deux seront allumées le dimanche. Elles distribueront la vapeur à trois moteurs, dont deux jumellés, système Garnier, avec condenseur et pompe à air. Les deux jumellés d'une puissance de 400 chevaux, le troisième de 200 chevaux. L'énergie électrique sera fournie par trois dynamos, à courants continus, système Thomson-Houston, dont deux de 180 ampères sous 500 volts marcheront à 650 tours par minute, et la troisième de 200 ampères sous 500 volts à la vitesse de 125 tours.

En ce moment, on continue le forage d'un puits artésien susceptible de fournir l'eau nécessaire à l'exploitation. La profondeur atteinte actuellement est de 130 m environ, mais le rendement est insuffisant. C'est d'ailleurs ce qui a obligé la Société à entamer des pourparlers avec la municipalité bordelaise pour remédier à l'insuffisance de l'eau.

Le projet de la Société du tramway électrique est d'établir une ligne circulaire devant desservir Pessac, l'Alouette, Gradignan, Léognan, Talence, et aboutir au point de départ en suivant le boulevard de Talence.

Espérons que dans l'intérêt des laborieuses populations de cette partie de la banlieue, le projet entrera le plus tôt possible dans le domaine de la pratique.

Rouen. — *Éclairage.* — Il a été inauguré dernièrement l'éclairage électrique des quais et avenues parcourus par les tramways, inaugurés comme on le sait (n° 104, **1896**, p. 174), dernièrement.

La première impression produite par ce nouveau mode d'éclairage n'a pas été très satisfaisante. Cela tient surtout à la hauteur des poteaux de tramway qui supportent les lampes à arc. Néanmoins, sur les points où l'on avait éteint les becs de gaz, c'est-à-dire de la place de la République à la rue Grand-Pont et de la même place à l'archevêché, l'effet était meilleur.

Les lampes sont établies en dérivation par groupes de 4 sur les câbles de la Compagnie normande d'électricité. Un interrupteur placé sur les poteaux permet de couper le circuit sur chaque groupe en cas d'accident ou de réparations.

Il y aura en tout 77 lampes à arc dans les rues Jeanne-Darc, de la République et Lafayette, sur la place de l'Hôtel-de-Ville, les quais et les ponts.

Royan (Charente-Inférieure). — *Éclairage.* — Le premier appareil électrique a été installé à Royan, sur la place du Port, et l'on va poser ceux du boulevard Thiers, du boulevard Lasne et du boulevard Botton, jusqu'au Casino municipal. Sous la direction de M. Baudet, les travaux progressent rapidement et tout fait présager qu'ils seront terminés dans les délais fixés.

Talence (Gironde). — *Traction électrique.* — La création d'une ligne de tramways électriques desservant les communes de Talence et de Gradignan est maintenant résolue; la demande

de concession est faite. La ligne suivant la route nationale, les plans et projets d'exécution ont été envoyés directement à Paris pour être soumis à l'approbation ministérielle. L'administration supérieure ne peut manquer de donner l'autorisation avant peu.

L'énergie électrique nécessaire sera fournie par l'usine électrique de Pessac, située à la Médoquine.

ÉTRANGER

Berlin. — *Traction électrique.* — On vient de procéder dans cette ville aux premiers essais des tramways électriques sur la nouvelle ligne prolongée de Treptow au Jardin zoologique. Ces essais, qui ont eu lieu en présence du directeur de *Grossen-Berliner-Pferdebahn-Gesellschaft*, ont donné d'excellents résultats. Les moteurs ont fonctionné avec une régularité parfaite sous la tension de 300 volts, au lieu de 500 volts, qui est la tension la plus généralement employée. La vitesse imprimée aux voitures était d'environ 15 km : heure, même dans les rues à courbes de faible rayon. Les plates-formes des voitures ont une disposition qui rend faciles la montée et la descente des voyageurs. Chaque voiture contient 20 sièges à l'intérieur et 14 places sur les plates-formes. 5 lampes à incandescence de 16 bougies alimentées par le réseau, sont réparties convenablement et assurent un éclairage parfait, tant pour l'intérieur des voitures que pour l'extérieur.

On vient de soumettre à la députation municipale des transports de Berlin un appareil marqueur destiné à enregistrer les sièges occupés des voitures de tramway.

Les voitures seraient alors munies de sièges séparés qui, aussitôt occupés, feraient fonctionner l'appareil dont les indications pourront être vues de l'extérieur. Les plans et descriptions de cet appareil vont être soumis à une délégation compétente chargée d'en faire l'étude d'application pratique.

Bristol. — *Traction électrique.* — Cette ville, dont les progrès en matière d'éclairage ont été très rapides, va voir aussi le nombre de ses lignes de tramways électriques augmenté d'une façon considérable. Une Société se propose d'établir, moyennant la somme de 1 875 000 fr, une station centrale permettant de pourvoir aux besoins de l'éclairage et de disposer d'une puissance de 1000 chevaux-vapeur pour la traction électrique.

Budapest (Hongrie). — *Traction électrique.* — La traction électrique paraît être destinée, dans un avenir prochain, à remplacer la traction animale sur tous les réseaux de cette ville. La ligne de banlieue Budapest-Raskopalota vient d'être mise en exploitation immédiatement après les épreuves de la Commission de réception. Les travaux d'établissement de cette nouvelle ligne ont duré 5 mois seulement. On a dû construire un viaduc de 105 m de long au-dessus des lignes de chemin de fer de la ville et une construction métallique longue de 307 m pour racheter une forte différence de niveau du terrain; les plus fortes rampes atteignent actuellement 35 pour 100.

La Compagnie du funiculaire de Budapest à Svabhegy est sur le point de remplacer la vapeur par l'énergie électrique. Le projet a été soumis au Conseil Municipal de la ville, lequel a apporté quelques modifications concernant les dispositions particulières à prendre pour le tunnel de l'aile nord de Hofburg et dans l'installation des machines destinées à alimenter le réseau.

Genève. — *Traction électrique.* — Pour la première fois des voitures électriques de la Compagnie des tramways ont circulé le mois dernier de Genève à la Terrassière. Sur le tronçon Terrassière-Chêne la traction électrique ne sera substituée à la traction animale que vers le mois de juillet, l'administration des téléphones n'ayant pas encore procédé à la pose de sa nouvelle ligne souterraine.

Ostende. — *Traction électrique.* — La gare maritime d'Ostende va être réunie à la plage de Middelkerke-Bains par un tramway électrique à voie de 1 m de largeur.

L'usine centrale située à Maciakerke sera pourvue de chaudières Smulders à foyers intérieurs avec tubes Galloway alimentant 4 machines à vapeur Hoyois de 175 chevaux effectifs, dont une de réserve, tournant à 80 tours par minute, Les dynamos seront de 120 kilowatts sous 600 volts.

Une partie des installations électriques de l'usine est prévue pour assurer l'éclairage et la distribution de l'énergie dans toutes les habitations, rues ou établissements quelconques érigés sur les terrains dont le colonel North possède la concession.

Quant à la ligne, montée à trolley, elle amènera le courant à 10 voitures automotrices munies chacune de deux moteurs de 20 chevaux et pouvant entraîner une voiture remorquée. Chaque véhicule pourra contenir 40 personnes; les départs auront lieu toutes les 8 à 10 minutes.

Ostende et Middelkerke posséderont ainsi deux moyens de communications rapides, ce tramway et le vicinal à vapeur Ostende-Furnes-Ipres passant déjà par la seconde de ces plages.

Rheinfelden (Suisse). — *Station centrale.* — On vient d'entreprendre à Rheinfelden l'installation d'une station centrale. Lorsque les travaux seront terminés, la puissance dont on disposera sera de 16 000 chevaux qui seront répartis dans les centres industriels de la région, à Bâle et ses environs en Suisse, à Lœrrach, à Schœpfein, Saccingen dans le grand-duché de Bade et même à Mulhouse en Alsace. Cette distribution est soumise, bien entendu, aux avantages plus ou moins grands qu'il y aura pour les industriels à modifier leur force motrice. L'installation hydraulique comprendra vingt turbines mises en mouvement par le courant du Rhin.

Schaffhouse (Allemagne). — *Éclairage.* — L'administration communale de la ville de Schaffhouse vient de décider l'établissement d'une usine municipale d'électricité et a voté à cet effet un premier crédit de 400 000 fr. En dehors de la force motrice à vapeur, la Ville a traité avec la Compagnie des eaux pour lui fournir éventuellement sur sa demande 2 ou 3 turbines de 300 chevaux à raison de 60 fr par cheval et par an.

CORRESPONDANCE

La phosphorescence du sulfure de zinc.

Mon cher Hospitalier,

Je serais extrêmement désolé que M. Charles Henry crût à quelque mauvais vouloir de ma part. Je lis avec un très vif intérêt les notes qu'il publie dans les *Comptes rendus*, et, lorsque je ne comprends plus, j'en éprouve du regret. Peut-être serez-vous plus heureux que moi, et pourrez-vous me donner le sens exact de cette phrase de sa dernière note, publiée en commun avec M. Gaston Seguy:

L'éclat du sulfure, pour une pression déterminée, décroît assez rapidement avec la durée des expériences; il est tombé, par exemple, au bout d'une sizaine d'heures, pour la pression, optima avec notre ampoule, de 19 μ de mercure, de de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{50,4}$ de bougie (on peut évaluer approximativement à $\frac{1}{35}$ de bougie l'*intensité du sulfure* de zinc en poudre, saturé par la lumière du magnésium....)

Bien amicalement,

Ch.-Éd. Guillaume

LES CONDITIONS D'EXPLOITATION

DE

LA STATION CENTRALE ÉLECTRIQUE

DE HAMBOURG

Les années précédentes, j'ai déjà publié dans différentes revues allemandes dont on trouvera un extrait dans le numéro 52 de l'*Industrie électrique* du 25 février 1894, quelques statistiques concernant le développement des Stations centrales d'électricité.

J'en ai conclu que l'adjonction à une Centrale d'éclairage existante d'une disposition permettant la fourniture du courant à de nouvelles ou à d'anciennes lignes de tramways électriques, permettait d'utiliser plus parfaitement la force motrice et par suite d'augmenter les bénéfices.

La question étant aussi d'une grande importance pour la France, je me permettrai, dans les lignes qui vont suivre, de retracer les résultats obtenus par la Centrale d'Électricité de Hambourg; ces renseignements m'ont été fournis très gracieusement par la direction de cette Centrale dans laquelle, pour la première fois en Europe, la combinaison de l'éclairage avec la traction électrique a pris une telle extension que les résultats obtenus peuvent être considérés comme généraux.

Je ne décrirai pas en détail la Centrale de la Poststrasse [1] et je mentionnerai seulement que, pour fournir le courant à l'installation d'éclairage, cette station possède deux groupes de machines de 500-600 chevaux effectifs chacune et deux batteries d'accumulateurs suffisant chacune à l'alimentation de 4000 lampes brûlant simultanément. Pour la traction électrique, la station possède en outre trois groupes de machines de même puissance; un autre groupe semblable de machines est installé pour servir de réserve commune.

La station telle qu'elle est ne sera pas agrandie. La Société anonyme d'Électricité, anciennement Schuckert et Cie de Nuremberg, a installé pour le compte de la Centrale de Hambourg une nouvelle usine à environ 1,5 km à vol d'oiseau de la première; cette dernière, qui travaille pour l'instant avec une puissance de 5000 chevaux au maximum, a été mise en exploitation depuis le mois de décembre dernier; pour le moment elle concourt avec celle de la Poststrasse à la livraison du courant pour les nouvelles lignes de tramways électriques de la *Hamburgische Strassen-Eisenbahn-Gesellschaft* et de la *Hamburg-Altonaer-Pferdebahn-Gesellschaft*; plus tard elle prendra la fourniture exclusive du courant à toutes les lignes, afin de permettre à la Centrale de la Poststrasse d'installer de nouvelles dérivations d'éclairage.

Le réseau des lignes de tramways électriques de la *Hamburgische Strassen-Eisenbahn-Gesellschaft* couvre pour l'instant une surface totale d'environ 80 km², la quantité moyenne des voitures en service a été dans ces derniers mois de 172 voitures motrices et de 60 voitures supplémentaires. La distance la plus considérable qui existe entre les extrémités du réseau et la Centrale est de 11 km; le centre de distribution le plus éloigné est à 8 km de la Poststrasse.

TABLEAU I.

1895 MOIS.	NOMBRE DES		INSTALLATIONS DE						
	DÉRIVATIONS.	ABONNÉS.	LAMPES À INCANDESCENCE.		LAMPES À ARC.		MOTEURS.		TOTAL.
			nombre.	watts.	nombre.	watts.	nombre.	watts.	watts.
Avril	643	892	25 330	1 233 600	1115	360 500	62	124 750	1 717 850
Mai	621	877	25 824	1 257 100	1131	365 000	78	149 900	1 772 000
Juin	637	892	27 817	1 353 450	1171	378 600	85	172 800	1 904 850
Juillet	656	914	28 511	1 374 700	1208	388 800	90	185 250	1 948 750
Août	679	946	28 825	1 400 100	1250	405 000	94	189 300	1 994 400
Septembre	699	972	30 187	1 462 350	1280	414 000	101	200 800	2 077 150
Octobre	727	1027	31 207	1 512 100	1326	427 000	113	221 950	2 161 050
Novembre	745	1056	31 304	1 513 400	1352	435 600	124	232 500	2 181 500
Décembre	756	1072	31 861	1 538 350	1342	432 700	130	242 750	2 213 800

Les résultats suivants concernant l'exploitation sont ceux des trois derniers trimestres de 1895. Dans ceux-ci en effet on a pu atteindre le chiffre d'exploitation normal prévu dans le projet d'installation, sans tenir compte de l'emploi des transformateurs de réserve qui ont dû fonctionner les dimanches pour la fourniture du courant; c'est dans ces mois aussi que l'extension des lignes de tramways a pris le plus d'importance.

Les tableaux I et II indiquent le nombre des dérivations pour éclairage et pour distribution de force motrice; ils indiquent également les taux de production et de dépense du courant.

Le coefficient de charge mentionné au tableau III est très favorable par rapport à ceux qui ont déjà été publiés; il est calculé en prenant comme base la puissance normale de 2500 chevaux pour les 5 machines, puissance pour laquelle le fonctionnement de ces machines est le plus économique. Son action se fait sentir dans l'effet utile des accumulateurs (tableau II) qui, comme l'expérience

[1] Voy. entre autres le numéro 1 de l'*Electrotechnische Zeitschrift*, Berlin, 1894; et la *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure*, 1895, pages 1509-1517.

TABLEAU II.

1895 — MOIS	KILOWATT-HEURES: Produits par les machines.	Des accumulateurs: Charge.	Des accumulateurs: Décharge.	Des accumulateurs: Rendement en pour 100.	Coefficient de la perte dans les accumulateurs par rapport à la production totale.	Fournis aux artères.	Utilisés: Dépensés par la centrale.	Utilisés: Dépensés pour l'éclairage privé, etc.	Utilisés: Dépensés pour l'éclairage public.	Utilisés: Tramways: Kilowatt-heures dépensés.	Utilisés: Tramways: Train-kilomètres. Voitures motrices + 1/3 voit. suppl.	Utilisés: Tramways: Dépense moyenne en watt-heures par train-km.	Utilisés: Total.	Pertes dans la canalisation en pour 100.	Coefficient d'utilisation par rapport à la production.	Production journalière d'énergie en kilowatt-heures: au maximum.	Production journalière d'énergie en kilowatt-heures: en moyenne.	Rapport des lampes brûlant simultanément aux lampes installées.
Avril	381 179	37 818	32 646	86,3	1,4	375 248	3 656	62 787	3 775	227 864	482 004	472	298 061	20,1	78,2	16 021	12 706	45
Mai	372 780	34 798	29 175	83,8	1,5	363 822	2 767	56 535	2 841	228 754	522 777	435	290 898	20,0	78,0	15 312	12 025	32
Juin	415 643	31 317	25 761	82,2	1,3	407 968	4 412	44 190	4 063	279 880	607 667	460	332 545	18,4	80,0	16 764	13 408	39
Juillet	423 473	29 877	25 386	84,9	1,0	417 363	3 108	41 982	2 280	288 274	659 557	451	335 644	19,5	79,3	16 114	13 660	23
Août	441 173	34 545	29 009	84,0	1,3	432 422	4 416	51 740	3 290	307 215	674 360	455	366 661	15,0	83,1	17 062	14 231	33
Septembre	511 539	36 098	30 108	83,4	1,2	502 232	2 390	80 489	4 345	328 206	724 515	453	415 430	17,3	81,2	18 584	17 051	38
Octobre	604 341	43 792	38 419	87,7	0,9	593 517	4 791	130 483	5 940	346 257	754 248	459	487 472	17,9	80,6	21 537	19 495	41
Novembre	657 002	47 250	41 002	86,8	1,0	647 647	5 339	163 173	6 610	360 786	777 480	464	535 910	17,3	81,5	24 558	21 901	43
Décembre	695 263	46 693	40 798	87,3	0,9	687 325	5 879	187 611	7 404	385 318	805 810	477	586 211	14,8	84,3	25 632	22 428	48

TABLEAU IV.

1895 — MOIS.	Production des machines en kilowatt-heures.	Production utile en kilowatt-heures.	Dépense de charbon y compris l'allumage en kilogrammes: Total.	Dépense de charbon: par kilowatt-heure produit.	Dépense de charbon: par kilowatt-heure utilisé.	Pour chaque kilogramme de charbon y compris l'allumage par watt-heure: produit.	Pour chaque kilogramme de charbon: utilisé.	DÉPENSES: Impôt, loyer, assurance, etc.: Total.	Impôt: par kilowatt-heure produit.	Impôt: par kilowatt-heure utilisé.	Frais d'administration, salaires: Total.	Frais d'administration: par kilowatt-heure produit.	Frais d'administration: par kilowatt-heure utilisé.	Frais d'entretien et de réparations, prime d'assurance des accumulateurs: Total.	Frais d'entretien: par kilowatt-heure produit.	Frais d'entretien: par kilowatt-heure utilisé.	Combustible: Total.	Combustible: par kilowatt-heure produit.	Combustible: par kilowatt-heure utilisé.	Huile, chiffons et étoupe: Total.	Huile: par kilowatt-heure produit.	Huile: par kilowatt-heure utilisé.	Dépenses d'exploitation totales par mois: Total.	Dépenses totales: par kilowatt-heure produit.	Dépenses totales: par kilowatt-heure utilisé.
Avril	381 179	298 061	559 812	1,47	1,88	680	550	5029	1,32	1,69	9 763	2,56	3,27	2282	0,60	0,77	13 411	3,52	4,50	1440	0,38	0,48	31 926	8,38	10,7
Mai	372 780	290 898	539 352	1,45	1,85	690	540	4241	1,14	1,46	9 708	2,60	3,34	1737	0,47	0,60	12 627	3,39	4,34	1330	0,36	0,46	29 645	7,95	10,2
Juin	415 643	332 545	552 058	1,33	1,66	755	600	4448	1,07	1,34	10 895	2,62	3,28	4741	1,14	1,43	12 637	3,04	3,80	1254	0,30	0,38	33 995	8,18	10,2
Juillet	423 473	335 644	546 035	1,29	1,62	775	615	4896	1,16	1,46	8 563	2,02	2,55	1967	0,46	0,59	10 998	2,60	3,28	1385	0,33	0,41	27 809	6,57	8,3
Août	441 173	366 661	553 711	1,26	1,52	795	660	4120	0,93	1,12	9 526	2,16	2,60	2565	0,58	0,70	9 000	2,04	2,46	1522	0,35	0,42	26 733	6,06	7,3
Septembre	511 539	415 430	670 280	1,31	1,61	765	620	4746	0,93	1,14	9 277	1,81	2,23	3491	0,68	0,84	15 239	2,98	3,67	1428	0,28	0,34	33 257	6,50	8,01
Octobre	604 341	487 471	783 587	1,30	1,61	770	620	3041	0,50	0,62	9 777	1,62	2,01	5720	0,95	1,17	15 410	2,55	3,16	1646	0,27	0,34	35 594	5,90	7,3
Novembre	657 002	535 910	834 189	1,27	1,55	790	645	3088	0,47	0,58	11 209	1,71	2,09	4457	0,68	0,83	15 973	2,43	2,98	1957	0,30	0,36	37 479	5,71	7,0
Décembre	695 263	586 211	906 901	1,30	1,55	766	646	3977	0,57	0,68	13 826	1,99	2,35	4576	0,65	0,78	17 050	2,45	2,91	1916	0,27	0,32	41 344	5,94	7,05

l'a prouvé, diminue d'une manière appréciable dans les installations d'éclairage électrique pendant les mois où la consommation est le plus faible. Elle se fait également sentir dans le rendement en courant utile obtenu par kg de charbon dépensé, et ce rendement n'a probablement encore été obtenu nulle part (tableau II); enfin les données mentionnées au tableau IV permettent de s'assurer de l'économie réalisée, tant dans l'utilisation du combustible que dans les frais d'exploitation.

Tableau III.

CONDITIONS ÉCONOMIQUES D'EXPLOITATION

1895 — MOIS.	DURÉE DE MARCHE DES 5 MACHINES MOTRICES		DURÉE MOYENNE DE MARCHE DE CHAQUE MACHINE PAR JOUR EN HEURES.	COEFFICIENT DE CHARGE DE CHACUNE DES MACHINES MOTRICES PAR RAPPORT A LA PRODUCTION NORMALE	
	PAR MOIS EN HEURES.	PAR JOUR EN HEURES.		POUR LA DURÉE MOYENNE DE L'EXPLOITATION. EN POUR 100.	POUR UNE EXPLOITATION ININTERROMPUE DE 24 HEURES. EN POUR 100.
Avril. . . .	1312	43,7	8,75	102	37
Mai	1108	35,7	7,15	100	30
Juin. . . .	1382	46,1	9,22	90	34
Juillet. . .	1347	43,5	8,70	94	33
Août. . . .	1378	44,5	8,90	96	35
Septembre.	1519	50,6	10,1	100	42
Octobre . .	1874	60,5	12,1	96	48
Novembre .	2082	69,4	13,9	94	54
Décembre .	2367	76,4	15,3	88	56

Les indemnités payées aux autorités pour la concession n'ont pas été comprises dans le calcul des dépenses.

Comme, d'après les ordonnances de police, il ne doit s'échapper aucune fumée de la Centrale de la Poststrasse, on a dû faire usage d'un charbon très cher, de provenance anglaise, qui revient à 19,10 marcs la tonne franco usine, et possède une puissance de vaporisation de 9 fois 1/2 son poids d'eau.

La nouvelle usine n'ayant pas à tenir compte d'une telle ordonnance, il sera possible de travailler à encore meilleur marché. Au reste, il est à remarquer que les usines éloignées des centres houillers travaillent en général d'une façon beaucoup plus économique avec le charbon qui est le plus cher sur les lieux de production, c'est-à-dire celui qui possède le pouvoir calorifique le plus considérable.

Le personnel employé dans la Poststrasse est en partie suffisant à l'exploitation de la nouvelle Centrale; il est ainsi permis d'espérer qu'après la mise en exploitation de cette dernière, qui travaille avec des machines de 1000-1200 chevaux pour lesquelles une dépense de vapeur de 5,75 kg par cheval indiqué et par heure est garantie, il sera encore possible de réduire les frais nets de production du tableau IV à 5,5-6 pfennigs par kilowatt-heure.

Max Meyer.

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE
A COURANTS ALTERNATIFS
DE LA *GENERAL ELECTRIC Cᵒ* DE SCHENECTADY (E. U.)
ET SES APPLICATIONS

Le temps n'est plus où tout nouveau progrès, même toute simple modification des machines alors connues, œuvre personnelle des quelques inventeurs qui se partageaient le marché, était immédiatement signalé par la presse technique et alimentait ses colonnes. Aujourd'hui les personnalités sont dissimulées, effacées ou noyées dans le service technique et le bureau d'études des grandes maisons de construction; à l'empirisme d'autrefois s'est substitué un développement plus rationnel et plus pratique des systèmes et appareils mis en œuvre et, si l'évolution s'en fait avec moins de bruit, elle n'en est que mieux assurée mais nécessite de temps à autre une revue coordonnée des résultats obtenus.

C'est dans cet ordre d'idées que, grâce aux clichés qui nous ont été adressés par l'*Electrical World*, de New-York, nous sommes à même de résumer avec lui l'état actuel de l'application des courants alternatifs aux États-Unis entre les mains d'une des grandes Sociétés qui s'y sont créées, la *General Electric Company*, de Schenectady.

Générateurs et moteurs synchrones. — Tous les alternateurs pouvant fonctionner comme moteurs synchrones, nous étudierons simultanément ces deux classes de machines.

Alternateurs simples. — Ces appareils sont suffisamment et depuis assez longtemps connus pour qu'il soit inutile de revenir sur leur construction et leur fonctionnement. Nous rappellerons seulement que leur fréquence élevée, 125 périodes par seconde, ne les désigne pas pour les distributions d'énergie à grande distance. Toutefois, comme les transformateurs à haute fréquence sont moins coûteux que ceux de moindre fréquence, ces générateurs ont un vaste champ d'application à l'éclairage et aux transports restreints de puissance mécanique. Alternateurs simples, ils ne démarrent pas d'eux-mêmes comme

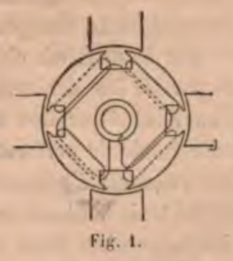


Fig. 1.

moteurs synchrones, mais, une fois lancés à leur vitesse de régime par une action extérieure, ils fonctionnent d'une façon très satisfaisante.

Le mode d'enroulement de ces générateurs est indiqué sur la figure 1 ; chaque rainure porte deux spires connectées de manière à alterner les polarités successives.

Machines triphasées. — Parmi les divers types de machines de cette catégorie, celles désignées par les lettres A. T. ne comportent qu'une seule dent ou rainure par pôle et par phase; grâce à leur réaction d'induit assez élevée, elles offrent en cas de courts-circuits une grande sécurité. Leur fréquence est généralement de 60 périodes par seconde, et leur puissance varie de 50 à 1200 kw.

Ce type est particulièrement applicable aux distributions d'énergie à distances moyennes, soit 8 à 15 km ; sa courbe de f. é. m. en dents de scie fait qu'il ne se prête pas aisément aux transports à très grande distance. Jusqu'à 300 kw ces générateurs sont généralement munis d'un commutateur redresseur qui en permet le compoundage automatique, à 12 pour 100 environ à pleine charge non inductive.

Le montage intérieur en est représenté schématiquement par la figure 2. Les trois enroulements de son bobinage étoilé aboutissent d'une part à une jonction commune qui est ici le commutateur, et d'autre part aux trois bagues collectrices. La jonction commune est shuntée par une dérivation extérieure fixe et par une dérivation intérieure mobile servant au compoundage : une partie du courant principal, 70 à 75 pour 100, passe par la bobine en série, et le reste par les deux dérivations.

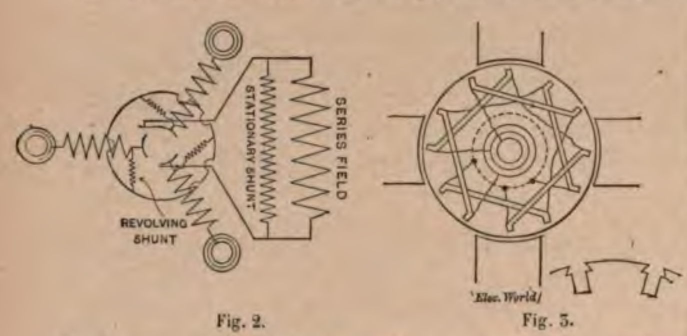


Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 2. — SERIES FIELD = inducteur en série. — STATIONARY SHUNT = dérivation immobile. — REVOLVING SHUNT = dérivation mobile.

La dérivation fixe, réglable à volonté, permet de modifier le compoundage suivant la nature de la charge. Ainsi dans la journée, où, pratiquement, les moteurs constituent exclusivement cette charge, il faut un compoundage plus élevé que le soir, où c'est l'éclairage qui en forme la majeure partie. Ces dérivations ont en outre l'avantage de supprimer les étincelles au commutateur.

La figure 3 donne le mode de perforation et d'enroulement de l'induit. Ce dernier est d'une extrême simplicité: il comporte uniquement trois bobines ordinaires décalées l'une par rapport à l'autre d'un tiers de circonférence; les bobines sont enroulées mécaniquement et séparément, ce qui facilite leur remplacement en cas d'avarie. Les perforations sont ouvertes à la périphérie, d'où diminution de la self-induction et, par suite, réduction du compoundage pour la même réaction d'induit. Les pièces polaires en tôle préviennent les courants parasites.

La figure 4 représente la courbe de f. é. m. d'une de ces machines à vide, et la figure 5, la même courbe sous charge. Dans la première, on distingue une triple harmo-

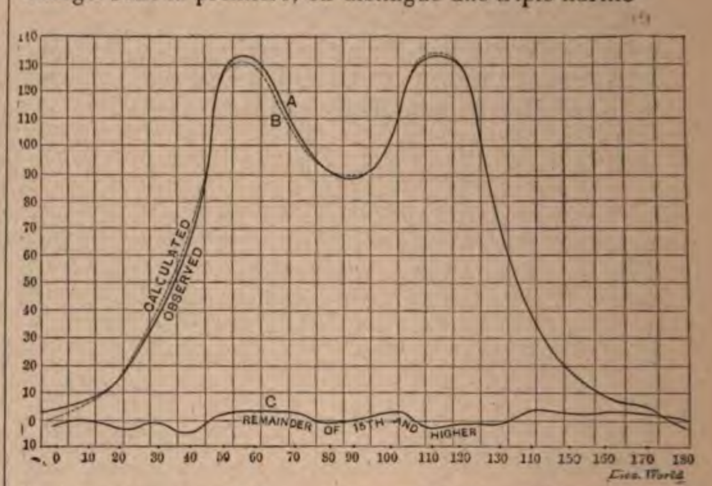


Fig. 4. — CALCULATED = calculée. — OBSERVED = observée. — REMAINDER OF 15TH AND HIGHER = résidu de 15e harmonique et au delà.

nique de valeur égale à 12 pour 100 et une cinquième harmonique très nette de 25 pour 100. Dans la courbe sous charge (fig. 5), la triple harmonique est sensiblement la même que précédemment, soit 17 pour 100; mais

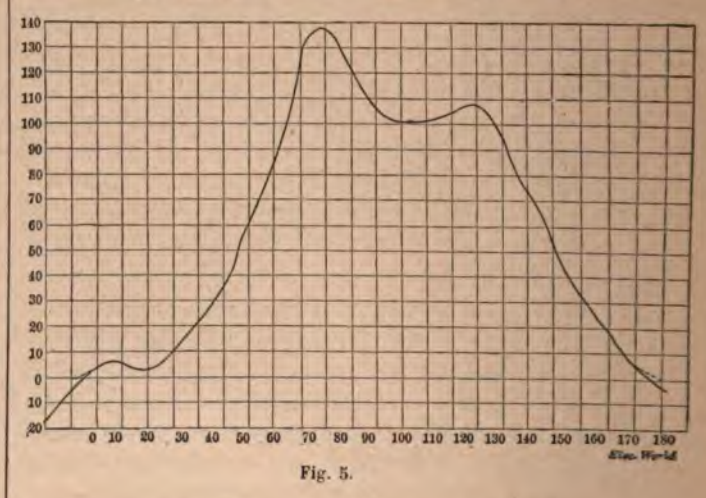


Fig. 5.

la cinquième harmonique a beaucoup baissé, elle n'est plus que de 8 pour 100.

Les figures 6 et 7 donnent les différences de potentiel entre les bagues collectrices principales de la même machine montée en triangle : l'une (fig. 6) à vide, l'autre (fig. 7) sous charge. Ces deux courbes se déduisent aisément des précédentes, chacune d'elles étant la somme de deux de ces ondes décalées d'un sixième de période.

On voit sur la figure 8 la caractéristique de l'excitation pour ce même type de machines. A excitation constante de pleine charge, la chute de potentiel est, à ce régime de pleine charge, de 12 pour 100 environ. Le courant de mise en court-circuit n'est pas tout à fait égal à celui de pleine charge. La puissance maxima momentanée en

court-circuit n'est supérieure que de 18 pour 100 à celle de pleine charge.

Sous la désignation A. F. T., la *General Electric C°* construit un type modifié de ces machines sans chevauche-

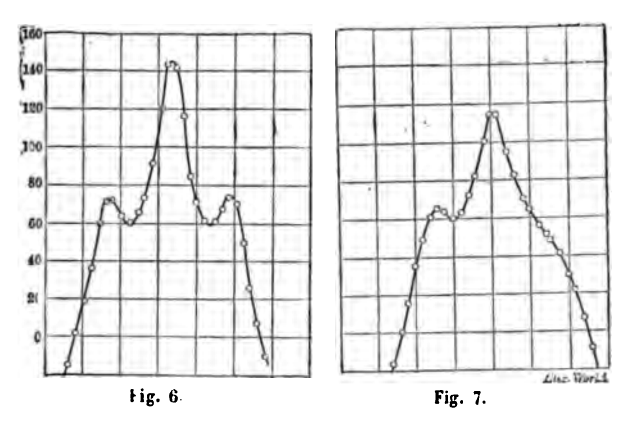


Fig. 6. Fig. 7.

ment partiel de l'enroulement. Leur bobinage très simple, sans aucun croisement des conducteurs, les rend tout particulièrement applicables pour les hautes tensions.

Pour la transmission de l'énergie à très longues dis-

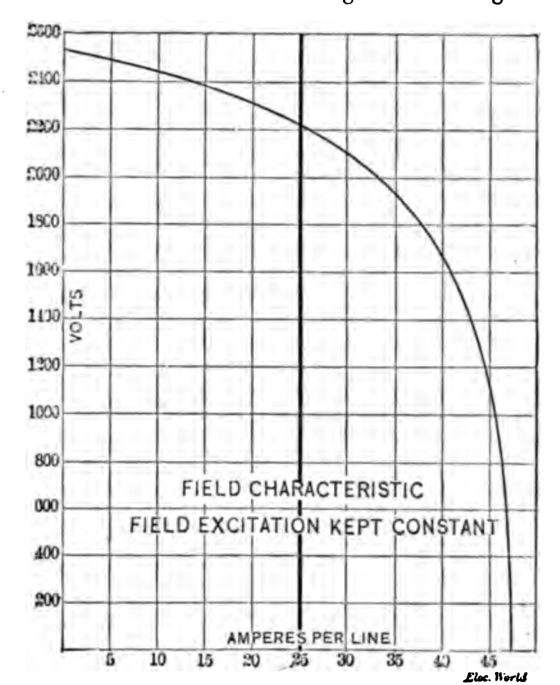


Fig. 8. — FIELD CHARACTERISTIC = caractéristique d'excitation. — FIELD EXCITATION KEPT CONSTANT = excitation maintenue constante. — AMPERES PER LINE = ampères par ligne (¹).

tances, le type précédemment décrit convient moins bien, en raison de la possibilité plus grande de résonnance avec la courbe de f. é. m. en dents de scie qu'avec la même courbe sinusoïdale. Aussi la Compagnie a-t-elle créé un autre type de machine, connu sous les lettres A. P., à enroulement plus largement réparti et à noyau multidenté. Ces machines sont principalement construites pour basses tensions, soit 500 volts; leur induit renferme en effet de nombreux croisements de fils, comme on le voit sur la figure 9. Elles comportent ordinairement deux ou trois rainures par pôle et par phase, c'est-à-dire 6 ou 9 fois autant de rainures que de pôles. Ces rainures sont ouvertes et chacune d'elles reçoit deux conducteurs de section rectangulaire. Leur réaction d'induit est très

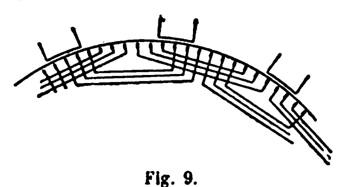


Fig. 9.

faible, ce qui rend leur compoundage inutile, la chute de potentiel à pleine charge étant de quelques centièmes seulement. On les monte en triangle ou en étoile selon la

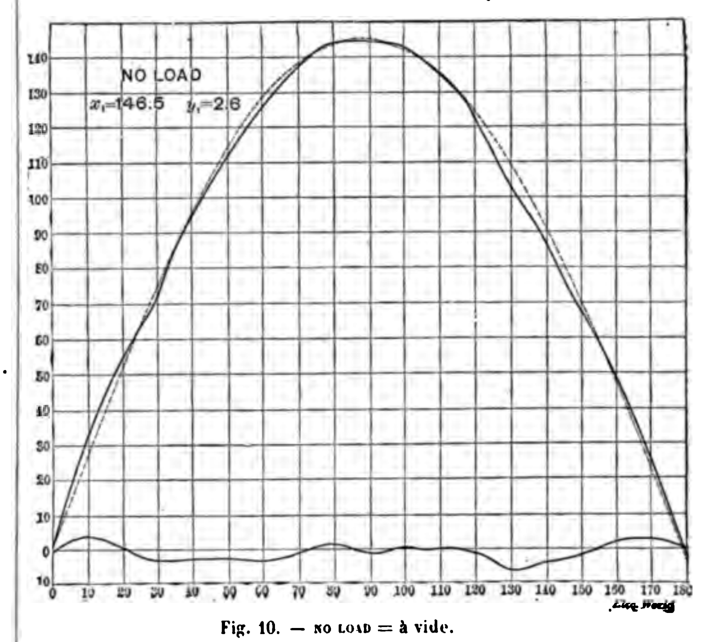


Fig. 10. — NO LOAD = à vide.

tension désirée et on les emploie généralement avec des transformateurs élévateurs de potentiel.

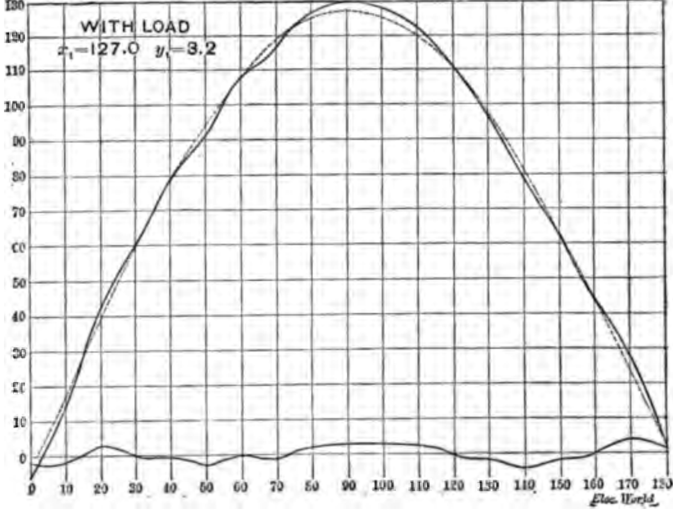


Fig. 11. — WITH LOAD = en charge.

Comme moteurs synchrones elles démarrent seules,

(¹) La signification exacte de cette expression nous échappe.
N. D. L. R.

et prennent au démarrage un courant double ou triple de celui de pleine charge en développant un couple modéré.

Les figures 10 et 11 donnent la forme des courbes de f. é. m. de l'une de ces machines; ce sont pratiquement, comme on le voit, des sinusoïdes, au moins dans les limites des erreurs d'observation; l'écart maximum avec la courbe régulière n'est que de 2 pour 100.

D'autre part, la figure 12 donne la caractéristique de l'excitation pour une de ces machines A. P. de 75 kw. On voit qu'à pleine charge la chute de potentiel, à exci-

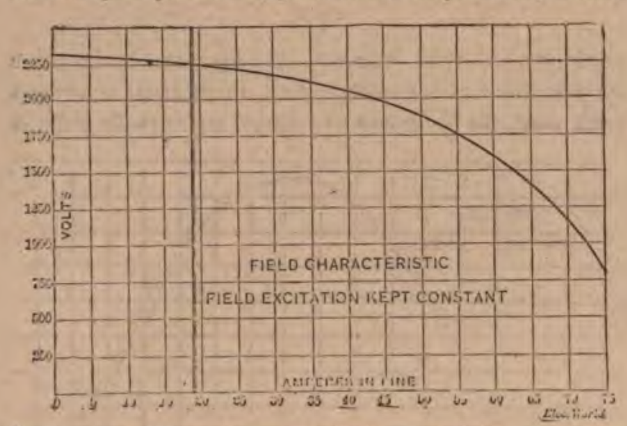


Fig. 12. — FIELD CARACTERISTIC = caractéristique d'excitation. — FIELD EXCITATION KEPT CONSTANT = excitation maintenue constante. — AMPERES IN LINE = ampères par ligne (voy. ci-dessus fig. 8).

tation constante de pleine charge, est en tout de 4 pour 100. Le courant en court-circuit est environ quadruple de celui de pleine charge, et la puissance maxima à peu près double de celle de ce dernier régime. Cette classe de machines offre l'avantage de donner un meilleur réglage et de fournir une courbe sinusoïdale pour les transmissions à grande distance.

Alternateurs monocycliques. — On sait que ces machines ont été introduites en Amérique en vue des distributions d'énergie électrique où l'éclairage est prédominant, les alternateurs polyphasés étant au contraire réservés de préférence aux cas où l'énergie est en majeure partie employée à actionner des moteurs. Une charge très inégalement répartie entre les branches d'un système triphasé ou polyphasé quelconque détermine en effet une variation des potentiels entre les différentes phases. Le système monocyclique a en conséquence pour objet de faire fonctionner des moteurs sur des circuits à courants alternatifs ordinaires, en rendant possible le compoundage sur l'ensemble de l'installation [1].

Le générateur monocyclique n'est en fait qu'un alternateur ordinaire dont l'induit, légèrement différent, est caractérisé par l'addition d'un petit enroulement appelé « teaser (taquin) » et relié à mi-chemin entre les extrémités des bobines principales qu'il partage en deux parties égales. Cet enroulement additionnel a pour but de fournir une f. é. m. décalée, uniquement affectée au démarrage et au fonctionnement des moteurs. Cette f. é. m. supplémentaire est décalée d'un quart de période par rapport à la f. é. m. principale et égale au quart de celle-ci, comme on le voit sur le schéma (fig. 13). A vide, la différence de potentiel entre le point d'attache du teaser et les bornes de l'enroulement principal étant, par exemple, de 1040 volts, ou 2080 volts entre les deux bagues collectrices principales, et de 520 volts entre les extrémités du

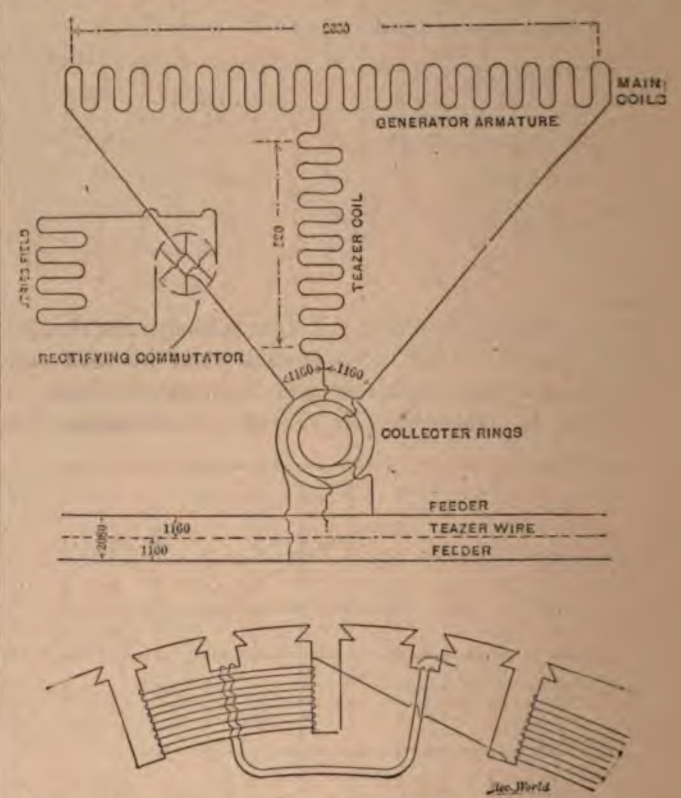


Fig. 13. — GENERATOR ARMATURE = induit du générateur. — MAIN COILS = bobines principales. — SERIES FIELD = inducteur en série. — RECTIFYING COMMUTATOR = commutateur redresseur. — TEASER COIL = bobine teaser. — COLLECTOR RINGS = bagues collectrices. — TEASER WIRE = fil teaser.

teaser, on aura 1160 volts entre l'un ou l'autre des deux conducteurs principaux et le teaser (fig. 13). Mais, si la ligne principale est chargée, la f. é. m. sera en discordance de phase avec la différence de potentiel aux bornes et décalée d'un certain angle dépendant du coefficient de self-induction. Par suite, le triangle des f. é. m. présentera quelque chose d'analogue à ce qu'indique la figure 14, sur laquelle cependant les valeurs des discordances de phases sont exagérées. La tension principale étant, par exemple, de 1040 volts, la différence de potentiel entre le teaser et l'un des conducteurs principaux sera de 660 volts, et de 480 volts entre ce teaser et l'autre conducteur.

La mise en charge de la ligne du teaser, c'est-à-dire le fait de mettre des moteurs d'induction sur le générateur monocyclique, a pour résultat de réduire le potentiel du teaser et, par suite de la self-induction dans son circuit, de le déplacer; de sorte que le triangle représentant les différences de potentiel aux bornes des bagues collectrices des machines, quand elles fournissent de l'énergie thermique et de l'énergie mécanique, présente

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, n° 79, du 10 avril 1895, p. 137.

quelque chose d'analogue à la figure 15. On verra plus loin l'avantage de ces modifications de relations de phases à propos des moteurs d'induction alimentés par le système monocyclique. Pour actionner des moteurs d'induction par un générateur monocyclique, on transforme les f. é. m. engendrées par la machine en trois autres f. é. m. présentant entre elles sensiblement une relation triphasée, ou déphasée quelconque. Pour obtenir des f. é. m. triphasées, on se sert de deux transformateurs, dont les primaires sont reliés en série sur les conducteurs principaux et dont les secondaires sont renversés dans leur relation l'un par rapport à l'autre. On relie la borne commune des primaires à la ligne du teaser et les trois secondaires aux

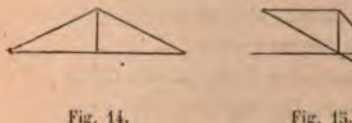




Fig. 14.

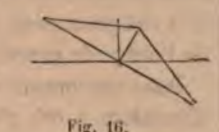


Fig. 15.

Fig. 16.

bornes du moteur. Les primaires des deux transformateurs étant connectés en série et les secondaires en dérivation, les intensités dans deux des secondaires sont moindres que dans le troisième. Le fil teaser du primaire ne porte pratiquement qu'un courant d'aimantation.

On peut déterminer approximativement de la manière suivante les sections respectives du fil principal et du fil teaser. On calcule les lignes principales comme pour un système ordinaire à courants alternatifs, en tenant naturellement compte non seulement de la résistance mais aussi de la réactance de la ligne. On donne ensuite au fil teaser une section telle que son rapport à la section du fil principal soit le même que le rapport de la charge totale en moteurs à la charge totale de la machine.

On calcule les conducteurs aboutissant à chaque moteur comme si toute la puissance de celui-ci était fournie par eux et on donne au teaser la même section. On obtient ainsi une section un peu trop grande, mais du moins d'un calcul facile et offrant toute sécurité.

Pour les conducteurs secondaires on regardera la puissance totale des moteurs d'induction comme fournie par deux conducteurs alternatifs simples avec retour commun; autrement dit, l'un des fils — celui qui part de la connexion commune des transformateurs — aura 50 pour 100 de section de plus que chacun des deux autres, et les derniers auront une section telle qu'ils puissent porter ensemble la puissance motrice totale comme un courant alternatif ordinaire.

Tous les types de machines précédemment décrits, alternateurs simples, triphasés et monocycliques, ont généralement leur induit mobile et leur circuit inducteur fixe; mais dans certains cas particuliers, comme pour des tensions très élevées ou des courants très intenses, on adopte la construction inverse. L'inducteur est alors intérieur et l'induit extérieur.

Malgré le vaste champ d'application ouvert aux courants alternatifs sous leurs diverses formes et les facilités qu'ils donnent pour la transmission de l'énergie à grande distance, leur rôle se trouverait réduit s'il n'était pas possible de les transformer au besoin en courants continus. De là la nécessité des transformateurs rotatifs que nous étudierons dans un prochain article.

(*A suivre.*) E. Boistel.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 18 mai 1896.

Sur le rôle du noyau de fer dans les machines dynamo-électriques. Remarques sur la Note de M. Marcel Deprez; par M. A. Potier. — *a.* L'expérience citée par M. Marcel Deprez dans la dernière séance est la reproduction schématique de faits acquis et utilisés industriellement dans les machines où le circuit induit est formé de barres introduites dans des trous percés, dans le fer de l'armature, parallèlement à l'axe de rotation.

b. Elle ne contredit en rien la règle *classique* qui lie la force électromotrice induite à la variation du flux de force magnétique embrassé par le circuit, mais en est la confirmation.

c. Elle ne contredit qu'en apparence la règle qui attribue à chaque élément du fil induit une force électromotrice proportionnelle au flux coupé par cet élément; en effet, cette règle ne s'applique, en toute rigueur, qu'au cas où le champ magnétique est invariable en grandeur et en direction en tout point de l'espace, ce qui n'est pas le cas dans l'expérience de M. Marcel Deprez : dans cette expérience le champ est modifié, à chaque instant, par le déplacement du tube de fer doux.

d. Conformément aux théories en vigueur, le champ est presque nul à l'intérieur d'un anneau Gramme suffisamment épais; on le démontre aussi bien par l'emploi d'une bobine exploratrice reliée à un galvanomètre balistique que par l'examen du spectre, et le résultat de l'expérience est le même, que le fer doux tourne ou soit immobile, s'il est convenablement feuilleté.

Si l'on substitue un anneau de cuivre à l'anneau de fer, la bobine introduite à l'intérieur de l'anneau montre l'existence d'un flux magnétique intense. On ne peut donc dire que ce flux traverse le fer comme les autres métaux.

e. La connaissance de la grandeur et de la direction du flux en chaque point de l'espace, lorsque cette grandeur et cette direction restent fixes, suffit pour déterminer la force électromotrice induite dans un circuit, quelle que soit la nature des masses entraînées dans son mouvement.

Émission de radiations nouvelles par l'uranium métallique. — Note de M. Henri Becquerel. — J'ai montré, il y a quelques mois, que les sels d'uranium émettaient des radiations dont l'existence n'avait pas encore été reconnue, et que ces radiations jouissaient de propriétés remarquables, dont quelques-unes sont comparables aux propriétés du rayonnement étudié par M. Röntgen. Les radiations des sels d'uranium sont émises, non seulement lorsque les substances sont exposées à la lumière, mais encore lorsqu'elles sont maintenues à l'obscurité, et, depuis plus de deux mois, les mêmes fragments de sels divers, maintenus à l'abri de toute radiation excitatrice connue, ont continué à émettre, presque sans affaiblissement sensible, les nouvelles radiations. Du 3 mars au 3 mai, ces substances avaient été renfermées dans une boîte de carton opaque. Depuis le 3 mai, elles sont placées dans une double boîte en plomb, qui ne quitte pas la chambre noire. Une disposition très simple permet de glisser une plaque photographique au-dessous d'un papier noir tendu parallèlement au fond de la boîte, et sur lequel reposent les substances en expérience, sans que celles-ci soient exposées à aucun rayonnement ne traversant pas le plomb.

Dans ces conditions les substances étudiées continuent à émettre des radiations actives.

Si l'on vient à exposer au soleil, ou mieux à l'arc électrique ou à l'étincelle de la décharge d'une bouteille de Leyde, un fragment d'un des sels maintenu à l'obscurité, on lui communique une légère excitation de l'émission des radiations que nous étudions, mais cette excitation tombe en quelques heures, et la substance reprend son état très lentement décroissant.

J'ai montré également que ces radiations se réfléchissent et se réfractent comme la lumière; elles décomposent les sels d'argent d'une plaque photographique et l'iodure d'argent déposé sur une lame daguerrienne.

Elles déchargent les corps électrisés et traversent des corps opaques à la lumière tels que le carton, l'aluminium, le cuivre et le platine. L'affaiblissement de ces radiations au travers des écrans que nous venons de citer est moindre que l'affaiblissement du rayonnement émané de la paroi anticathodique d'un tube de Crookes, au travers des mêmes écrans.

Tous les sels d'uranium que j'ai étudiés, qu'ils soient phosphorescents ou non par la lumière, cristallisés, fondus ou dissous, m'ont donné des résultats comparables; j'ai donc été conduit à penser que l'effet était dû à la présence de l'élément uranium dans ces sels, et que le métal donnerait des effets plus intenses que ses composés.

L'expérience faite il y a plusieurs semaines, avec de la poudre d'uranium du commerce, qui se trouvait depuis longtemps dans mon laboratoire, a confirmé cette prévision; l'effet photographique est notablement plus fort que l'impression produite par un des sels d'uranium et, en particulier, par le sulfate uranico-potassique.

Avant de publier ce résultat, j'ai tenu à attendre que notre confrère M. Moissan, dont les belles recherches sur l'uranium sont publiées aujourd'hui même, eût pu mettre à ma disposition quelques-uns des produits qu'il avait préparés. Les résultats ont été encore plus nets, et les impressions obtenues sur une plaque photographique au travers du papier noir, avec de l'uranium cristallisé, de l'uranium fondu et du carbure, ont été beaucoup plus intenses qu'avec le sulfate double mis comme témoin sur la même plaque.

La même différence se retrouve dans le phénomène de la décharge des corps électrisés. L'uranium métallique provoque la dissipation de la charge avec une vitesse plus grande que ne le font ses sels. Les nombres suivants, relatifs à l'action d'un disque d'une fonte d'uranium, que m'a obligeamment prêté M. Moissan, donnent une idée de l'ordre de grandeur de cette augmentation.

Dans une première série de mesures, le disque de fonte d'uranium a été placé au-dessous des feuilles d'or d'un électroscope de M. Hurmuzescu et très près de celles-ci. Pour des charges initiales correspondant à 20° d'écart des feuilles d'or, la vitesse de rapprochement de celles-ci, exprimée en secondes d'angle en une seconde de temps, a été en moyenne 486. On a ensuite recouvert un disque de carton, dont la surface était très sensiblement égale à celle du disque d'uranium, en y disposant des morceaux plats de sulfate double uranico-potassique, et ce disque a été substitué au disque d'uranium. Dans ces conditions la décharge ne se fait pas régulièrement; la courbe des écarts des feuilles, en fonction du temps, n'est plus une droite, et la vitesse moyenne de dissipation de charges égales aux précédentes a varié de 106,2 à 137,1, suivant la disposition et la forme des lamelles. Le rapport des vitesses correspondant à l'uranium et au sulfate double a donc varié entre 4,56 et 3,54.

Une disposition meilleure consiste à placer les substances en dehors de l'électroscope, au-dessus de la boule de cuivre de la tige, en substituant au chapeau de l'appareil un cylindre métallique fermé par une lame plate percée d'une ouverture convenable. On a obtenu ainsi des décharges très sensiblement proportionnelles aux temps, et les vitesses de déperdition pour des charges écartant les feuilles d'or de 10° ont été 78,75 pour l'uranium et 21,53 pour le sulfate double uranico-potassique. Le rapport de ces deux nombres est 3,65.

Tout en continuant l'étude de ces phénomènes nouveaux, j'ai pensé qu'il n'était pas sans intérêt de signaler l'émission produite par l'uranium, qui, je crois, est le premier exemple d'un métal présentant un phénomène de l'ordre d'une phosphorescence invisible.

Préparation et propriétés de l'uranium. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — Dans une Note publiée le 20 février 1893 [1], nous avons établi que l'oxyde d'uranium, regardé jusqu'ici comme irréductible par le

[1] H. Moissan, *Sur la préparation de l'uranium à haute température* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 347).

carbone, pouvait nous fournir, en présence de ce métalloïde et à la haute température de mon four électrique, l'uranium métallique. Nous avons démontré plus tard (¹) l'existence d'un composé défini et cristallisé d'uranium et de charbon de formule C^3Ur^2.

Nous donnerons aujourd'hui une étude plus complète de ce métal. (Suit l'étude dont nous reproduisons seulement les préparations par voie électrique et les conclusions.)

Préparation de l'uranium au four électrique. — Nous avons indiqué, dans une Note précédente sur le carbure d'uranium, comment devait être purifié l'oxyde d'uranium que l'industrie nous fournit. L'uranium, étant amené à l'état d'oxyde vert et répondant sensiblement à la formule U^3O^8, est mélangé intimement à du charbon de sucre en poudre fine dans les proportions suivantes :

Oxyde d'uranium	500 grammes.
Charbon de sucre	40 —

On place, dans un creuset de charbon, environ 500 g de ce mélange, et l'on chauffe, dans notre four électrique, sept à huit minutes avec un courant de 800 ampères et de 45 volts. On obtient un lingot fondu de 350 g environ. Le métal, préparé dans ces conditions, si la chauffe a été bien conduite, ne renferme que très peu de carbone et même n'en contient plus trace. Par contre, on peut y rencontrer une petite quantité d'oxyde qui fournit alors un métal brûlé dont les propriétés physiques sont notablement modifiées. Si la durée de la chauffe est trop longue, le métal se carbure avec facilité et l'on obtient une fonte, puis le carbure cristallisé C^3Ur^2. Pour éviter l'action de l'azote, il est mieux de faire ces expériences dans un tube de charbon fermé à une extrémité en prenant le dispositif que j'ai indiqué précédemment.

Préparation de l'uranium métallique par électrolyse. — Le chlorure double d'uranium et de sodium que nous avons décrit précédemment s'électrolyse avec la plus grande facilité. Il fournit au pôle négatif une éponge d'uranium renfermant souvent de petits cristaux de ce métal. Il suffit, pour avoir une marche régulière, d'une différence de potentiel aux bornes de 8 à 10 volts. Nous avons utilisé généralement un courant d'une densité de 50 ampères. Le bain est maintenu en fusion par l'action calorifique du courant lui-même.

L'électrolyse était faite au moyen d'électrodes en charbon pur et le chlorure était placé dans un vase cylindrique en porcelaine. Ce vase était clos au moyen d'une plaque de porcelaine rodée qui donnait passage aux deux électrodes et à un tube de verre recourbé à angle droit. Ce dernier permettait d'amener un courant d'hydrogène bien sec et bien privé d'azote au-dessus du sel fondu.

Après complet refroidissement, le contenu du creuset est repris par l'eau glacée; on le lave ensuite rapidement à l'alcool, car l'uranium très divisé décompose l'eau à la température ordinaire.

(¹) H. Moissan, *Etude du carbure d'uranium*, t. CXXII, p. 274.

Cet uranium est cristallin; certaines parties voisines de l'électrode se présentent même en cristaux assez nets pouvant atteindre 1 mm de côté.

Lorsque l'on emploie un électrode de fer, on peut obtenir par ce procédé des alliages d'uranium et de fer d'un blanc d'argent qui peuvent se limer avec facilité et qui possèdent un grain très fin.

Conclusions. — En résumé, le métal uranium peut s'obtenir avec facilité, soit en décomposant par le sodium le fluorure double d'uranium et de sodium, soit par l'électrolyse de ce même composé, ou mieux par la réduction au four électrique de l'oxyde d'uranium par le charbon. Ces trois méthodes fournissent de bons rendements, et nous avons eu l'occasion pour ces recherches de préparer plus de 15 kg d'uranium.

L'uranium peut être obtenu cristallisé; le métal pur a des propriétés qui le rapprochent beaucoup du fer; il se lime, se carbure, se trempe et s'oxyde comme lui. Sa facilité de combinaison avec l'oxygène est plus grande que celle du fer; en poudre fine, il décompose l'eau lentement à froid. De même l'action qu'il exerce sur les hydracides est plus énergique. Il possède une affinité puissante pour l'azote, et si dans sa préparation l'on ne prend pas de grandes précautions pour éviter l'action de ce métalloïde, il en renferme toujours une certaine quantité.

Enfin ce métal bien exempt de fer n'exerce pas d'action sur l'aiguille aimantée, et il est notablement plus volatil que le fer dans le four électrique.

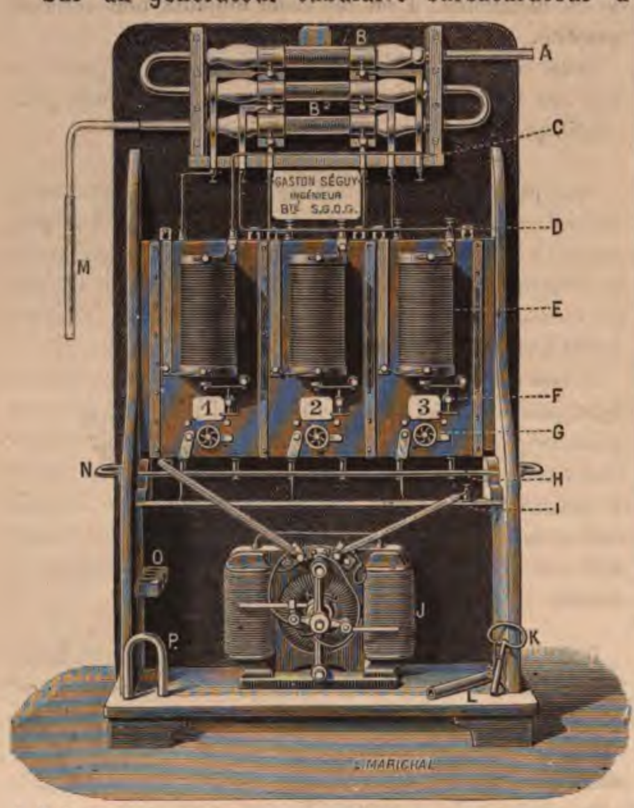
Sur quelques propriétés des rayons X traversant des milieux pondérables. — Note de M. C. Maltézos, présentée par M. A. Cornu. (*Extrait.*) — En appliquant la théorie de la réfraction de Helmholtz et la théorie électromagnétique de la lumière de Maxwell, l'auteur arrive à cette conclusion que :

Si l'on considère les radiations X comme des radiations *hyper-ultraviolettes*, comme on tend à l'admettre, je pense qu'on peut expliquer le fait du différent pouvoir absorbant des corps avec la densité, en supposant que l'indice de réfraction n'est pas égal rigoureusement à l'unité, *mais que, tout en se trouvant très voisin de cette valeur pour tous les corps, il varie d'un corps à l'autre avec la densité.*

Observation à la réponse de MM. Benoist et Hurmuzescu. — Note de M. Auguste Righi, présentée par M. Mascart. — Dans ma communication du 20 avril, je mettais en évidence les avantages qu'on réalise en enfermant dans une enceinte conductrice non isolée les appareils produisant les rayons X. Ces avantages sont tous particuliers au cas où l'on étudie la charge que ces rayons produisent sur un conducteur pris à l'état naturel. Sous le rapport de l'élimination des forces électrostatiques provenant du tube, il me semble que ma disposition et celle de MM. Benoist et Hurmuzescu doivent être de même valeur.

Mais ces physiciens croient que par ma méthode cette élimination n'est pas complète, et ont cru trouver dans ma Note une assertion en faveur de leur opinion. En réalité, cette assertion n'existe pas, car j'ai dit avoir observé dans une de mes expériences une action directe sur les conducteurs communiquant avec l'électromètre; mais il s'agissait là d'une action des rayons X, et non pas d'une action électrostatique. On pourra s'en persuader, non seulement en lisant attentivement ma Note du 20 avril, mais mieux encore en lisant ma Communication, faite le 3 mai à l'Académie des *Lincei*, dans laquelle est expliquée la cause probable de ladite action.

Observations sur les rayons X. — Note de M. T. Argyropoulos, présentée par M. A. Cornu. — En expérimentant avec différentes substances fluorescentes aux rayons X j'ai constaté que le *platinocyanure de potassium et de sodium* et aussi le *platinocyanure de potassium et de lithium* deviennent bien plus lumineux que celui de baryum. La fluorescence des premières était bien visible à une distance de 5 m, tandis qu'avec la même intensité des rayons X, le platinocyanure de baryum n'était visible qu'à une petite distance.



A, B, C, générateurs tubulaires à ozone. — M, arrivée du gaz à ozoniser. — A, sortie. — Chaque générateur contient 7 tubes étroits, ouverts aux deux bouts, avec spirales en aluminium intérieures et extérieures. Les spirales intérieures sont réunies en un fil métallique unique qui fait saillie au dehors du générateur; il en est de même des spirales extérieures, plus serrées. Chaque générateur est en relation par ces deux fils, saillants au dehors, avec les deux pôles d'une bobine (1, 2, 3) actionnée par une source d'électricité (piles ou accumulateur).

Sur un générateur tubulaire sursaturateur à ozone. — Note de M. Gaston Seguy, présentée par M. Schützenberger. — J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie des sciences un nouvel appareil ozoneur, basé sur le principe des machines tubulaires et destiné aux applications industrielles, stérilisantes et thérapeutiques.

Je me suis efforcé de réduire le volume des appareils et d'augmenter dans de larges proportions la production du gaz.

Il résulte des études que j'ai faites depuis 1885, sur le gaz ozone, que sa production dépend :

1° Des surfaces composantes; 2° de l'interposition d'un corps quelconque entre les pôles d'un courant électrique, quel qu'il soit; 3° de l'épaisseur de ce corps d'interposition et de sa conductibilité; 4° de l'espace qui le sépare des deux pôles; 5° de la tension électrique employée par rapport à la résistance du circuit; 6° du débit et courant d'alimentation, oxygène ou air traversant l'appareil et de son temps de séjour; 7° de la pression exercée sur le milieu de transformation; 8° de la température à laquelle on opère.

En variant, dans des proportions différentes et définies, toutes ces conditions et faisant rentrer en jeu dans une même action, ces considérants, on obtient le maximum de production du gaz ozone.

Voici les résultats des analyses quantitatives d'ozone obtenues, sous la direction de M. le Dr Roux, par M. Marmier, agrégé préparateur à l'Institut Pasteur, à l'aide des producteurs G. Seguy.

OZONE OBTENU PAR LE PASSAGE DE L'AIR

Volume, en litre	1
Température, en degrés C.	4 à 5
Temps, en minutes	4
Force électromotrice, en volts	6
Débit, en ampères	8
Transformation, en volts	30 000
Moyenne obtenue, en mg par heure	170
Ozone pur, en mg	17

Toutes choses égales, sauf le débit en ampères moins que 8, a donné 1,5 gr à 2 gr par cheval-heure.

OZONE OBTENU PAR LE PASSAGE DE L'OXYGÈNE

Volume, en litre	1
Température, en degrés C.	2 à 6
Temps, en minutes	30
Force électromotrice, en volts	6
Débit, en ampères	8
Transformation, en volts	30 000
Ozone pur, en mg	62

En augmentant la vitesse du débit, c'est-à-dire du passage du gaz soumis à l'effluve, on peut obtenir 250 mg par heure, donnant une moyenne de 56 mg par litre.

Sur un nouvel électrolyseur. — Note de M. D. Tommasi, présentée par M. Henri Moissan. — L'électrolyseur que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie se compose d'une cuve rectangulaire dans laquelle plonge une paire d'anodes. Au milieu de ces anodes est disposée la cathode, laquelle est constituée par un disque métallique fixé à un arbre de bronze pouvant être animé d'un mouvement de rotation. Le disque ne plonge pas entièrement dans le bain, mais seulement d'un segment, de telle sorte que chaque portion de la zone plongeante se trouve alter-

nativement dans l'air et dans le liquide qui sert d'électrolyte.

La partie du disque qui émerge du liquide de la cuve passe, par suite de son mouvement de rotation, entre deux frotteurs en forme de racloirs, lesquels ont pour but non seulement d'enlever le dépôt spongieux au fur et à mesure de sa production, mais encore de dépolariser la surface du disque.

Des rigoles convenablement disposées rassemblent et reçoivent le métal détaché du disque et l'amènent dans des récipients où il est recueilli.

Les anodes peuvent être sous forme de plaques ou à l'état de poudre grossière. Les plaques s'obtiennent en fondant le métal, l'alliage ou le minerai (lorsque celui-ci est fusible, certains sulfures par exemple) et le coulant dans un moule approprié. Lorsque les corps doivent être au contraire employés à l'état granulé, on les tasse simplement dans des récipients perforés au milieu desquels on a introduit préalablement une lame métallique qui sert de conducteur.

Les avantages que présente cet électrolyseur peuvent se résumer ainsi :

1° La polarisation est totalement supprimée :

a. Par la rotation du disque qui constitue la cathode;

b. Par le frottement des racloirs contre les faces opposées du disque, opération qui favorise le départ de l'hydrogène;

2° Le métal qui se précipite sur le disque est enlevé au fur et à mesure qu'il se dépose, d'où les avantages suivants :

a. Le métal étant continuellement soustrait à l'action oxydante du liquide du bain n'est plus sujet à être attaqué et, par conséquent, à former des couples locaux dont le courant est dirigé en sens inverse du courant principal;

b. Diminution considérable de la résistance électrique du bain, puisque l'on peut rapprocher aussi près que possible les anodes des cathodes, sans qu'il puisse se produire entre elles des courts-circuits, toujours nuisibles dans toute décomposition électrolytique;

c. Économie considérable du courant électrique due à la diminution de la résistance du bain, par suite du rapprochement possible des électrodes entre elles.

3° La densité des diverses couches du liquide traversé par le courant électrique est partout la même, grâce à la rotation continue du disque qui les agite et les mélange sans cesse, et par conséquent empêche le liquide de se saturer vers le fond et de s'appauvrir dans les régions supérieures du bain, comme cela a lieu toujours dans les électrolyseurs ordinaires où le liquide est en repos.

M. Stcherbakof adresse la description d'une **Méthode pour définir la position de la surface d'émission des rayons X.** (*Extrait.*) — On colle un petit rond en plomb sur la surface d'un tube de Crookes à peu près au centre de la tache fluorescente. Ensuite, on pose devant le tube, à une certaine distance, une feuille en métal peu transparent pour les rayons X, percée de petites ouvertures, et derrière cette feuille, parallèlement à elle, une plaque sensible. Chaque ouverture donnera sur la plaque photographique l'image de la surface radiante, sur laquelle le rond en plomb se trouvera aussi projeté. En mesurant les déplacements relatifs du rond (d'après le négatif ou le positif), on peut calculer la distance de la surface des rayons X à la surface extérieure du tube.

La surface de radiation se trouve à l'intérieur du tube à une certaine distance de sa surface intérieure.

Séance du 26 mai 1896.

Sur le rôle du noyau de fer dans les machines dynamo-électriques. — Réponse à la Note de M. *Potier*; par M. Marcel Deprez. — « *a*. L'expérience que j'ai décrite dans ma précédente Communication n'est, suivant M. Potier, que la reproduction schématique de faits acquis et utilisés industriellement. C'est bien possible, toute expérience scientifique n'étant que la reproduction schématique de faits mis à profit dans l'industrie. Il y a cependant une différence essentielle entre le dispositif de mon appareil et celui auquel M. Potier fait allusion : c'est que, dans mon appareil, le tube de fer se meut dans un champ uniforme, ce qui est exactement le contraire de ce qui a lieu dans les machines citées par M. Potier.

b. Je n'ai jamais attaqué les lois classiques de l'induction, comme paraît le croire M. Potier; bien au contraire, je les applique plus strictement que lui-même, comme je le montrerai tout à l'heure. La proportionnalité entre la force électromotrice et la variation du flux de force total embrassé par un circuit fermé est d'ailleurs *une conséquence* des lois fondamentales de l'induction exercée sur un élément de circuit quand on admet (comme l'ont fait expressément tous les savants qui, les premiers, ont formulé ces lois) que l'élément *est coupé* par les lignes de force. C'est à tort que l'on cherche maintenant à donner cette conséquence comme étant la loi fondamentale de l'induction. Cette manière de procéder ressemble à celle qui consisterait à considérer les théorèmes généraux de la Mécanique rationnelle (Théorème des forces vives, Théorème des aires, Théorème du mouvement du centre de gravité, etc.), non comme des conséquences des principes fondamentaux de la dynamique, mais comme étant eux-mêmes des principes qui rendent les premiers inutiles. M. Bertrand a donné de l'abus que l'on fait maintenant de ces théorèmes généraux un exemple saisissant dans sa *Thermodynamique* [1].

[1] ... Un calorifère brûle beaucoup de charbon. La maison, que cependant il chauffait très mal, s'écroule tout à coup; que s'est-il passé? L'explication est aisée, répond un philosophe fier de pouvoir démontrer en quelques minutes tous les principes de la physique : « La force est immuable, la chaleur qui n'échauffait pas s'est transformée en travail. La chute de la muraille confirme la théorie, il n'y a pas d'autre cause à chercher. » On cherche cependant et l'on découvre quelques barres de fer qui, dilatées par les conduits du calorifère, ont dérangé les pierres du mur écroulé. La chaleur, il l'avait bien dit, s'est transformée en travail. Mais, dans l'explication, les barres de fer, ne lui en déplaise, auraient mérité une mention. (J. Bertrand, *Thermodynamique*.)

La règle de la proportionnalité entre la force électromotrice d'induction et la variation du flux magnétique total embrassé par le circuit est donc une conséquence et non un principe; elle est d'ailleurs d'un usage extrêmement commode quand on veut trouver immédiatement la valeur de la force électromotrice développée dans un circuit fermé sans se donner la peine de chercher quelle est la part contributive de chaque portion du circuit à la production de cette force électromotrice.

Ce n'est donc ni des lois classiques de l'induction ni de leurs conséquences qu'il s'agit ici, mais des explications hypothétiques que l'on donne habituellement du rôle que joue le noyau de fer de l'induit.

c. M. Potier dit que mon expérience ne contredit qu'en apparence la règle qui attribue à chaque élément du fil induit une force électromotrice proportionnelle au flux coupé par cet élément. Je suis absolument de son avis, car plutôt que d'admettre que cette règle pût être en défaut, je n'ai pas hésité à rejeter l'*hypothèse classique*, d'après laquelle les lignes de force du champ, ne pénétrant pas à l'intérieur du tube, ne sauraient *couper* le fil induit. J'ai donc été conduit à formuler l'opinion contraire et à admettre que les lignes de force du champ extérieur au tube traversent celui-ci comme s'il n'était pas magnétique; mais, en le traversant, elles le transforment en aimant et créent ainsi un nouveau champ magnétique dont les lignes de force se propagent dans l'espace sans troubler celles du champ primitif et sans en être troublées. Une masse magnétique égale à l'unité, placée en un point quelconque de l'espace extérieur ou intérieur au tube, est donc sollicitée par une force représentée en grandeur et en direction par la résultante des forces dues à chacun des deux champs; c'est ce que j'appelle l'intensité du champ résultant, le seul que l'on puisse constater avec une aiguille aimantée ou avec un fantôme magnétique. La *loi* fondamentale de l'induction, que mon expérience confirme complètement, bien loin de la contredire, permet au contraire de séparer les effets produits par chacun des deux systèmes de lignes de force.

Il suffit pour cela de rendre le fil induit solidaire de celui des deux systèmes magnétiques dont on veut éliminer l'effet. La force électromotrice d'induction étant en effet proportionnelle à la vitesse *relative* du fil et du système magnétique, s'annule lorsque le système et le fil sont solidaires. Mais, pour que ce procédé soit applicable, il ne faut pas que le déplacement relatif des masses magnétiques qui font corps avec le fil et de celles qui en sont restées indépendantes entraîne des variations dans la grandeur de leur flux de force individuel.

C'est ce principe qui est appliqué dans mon expérience. Le tube transformé en aimant par le champ inducteur dans lequel il est placé possède un champ propre qui, à l'intérieur, est de signe contraire à celui du champ inducteur. Le champ résultant que l'on constate à l'intérieur du tube est donc beaucoup plus faible que le champ extérieur; il peut même être nul si le tube est très épais. Une aiguille aimantée, placée dans l'intérieur du tube, ne serait donc soumise qu'à un couple très faible. C'est ce fait qu'on exprime journellement en disant qu'une cage de fer *fait écran* et empêche les lignes de force d'un champ magnétique extérieur de pénétrer à l'intérieur et on l'explique par les propriétés conductrices du fer à l'égard des lignes de force magnétique. Dans ma théorie, au contraire, les deux systèmes de lignes de force coexistent; ils produisent des efforts égaux et de signe contraire sur une masse magnétique, mais peuvent se révéler séparément par la force électromotrice d'induction qu'ils produisent sur un élément de circuit animé d'un mouvement relatif par rapport à l'un d'eux.

M. Potier admet comme moi que le champ magnétique résultant est nul au centre du tube quand celui-ci est très épais, mais, n'admettant pas la coexistence des deux systèmes de lignes de force, il essaye d'expliquer l'induction en disant que « le champ magnétique n'est pas invariable en grandeur et en direction en tout point de l'espace, parce qu'il est modifié à chaque instant par le déplacement du tube de fer doux. » Il serait facile de prouver que cette modification continuelle du champ par le déplacement d'un tube de fer *aimanté d'une manière permanente* ne peut pas produire de force électromotrice d'induction. Mais il y a une objection beaucoup plus forte à l'explication proposée par M. Potier.

Comment le fil peut-il être le siège d'une force électromotrice développée par la variation d'intensité d'un champ dont les lignes de force ne le coupent pas puisque, d'après M. Potier lui-même, le champ magnétique à l'intérieur du tube est constamment nul lorsque le tube est suffisamment épais? Le champ extérieur dont les variations continuelles engendrent, suivant M. Potier, la force électromotrice constatée agit donc *à distance* sur le fil, dans une région de l'espace où ce champ n'existe pas?

Si l'on veut éviter le retour aux actions à distance, et si l'on veut éviter d'admettre avec moi que les lignes de force du champ traversent le fer comme s'il n'était pas magnétique, je ne vois qu'une troisième explication : c'est de considérer le siège de la force électromotrice comme étant situé, non pas dans le fil mobile, mais dans les autres portions du circuit électrique. Elle satisferait d'ailleurs parfaitement à la règle invoquée dans le paragraphe (*a*) de la Note de M. Potier, mais elle soulèverait d'autres objections et je n'insiste pas sur ce point.

Il est presque inutile, après les détails dans lesquels je viens d'entrer sur la manière dont j'explique le rôle du tube de fer doux, de discuter les paragraphes (*d*) et (*e*) de la Note de M. Potier. Je me propose d'ailleurs d'examiner à fond, dans une prochaine Communication, le rôle du noyau de fer dans les machines du genre Pacinotti, aussi bien lorsque l'on considère cette machine comme produisant une force électromotrice que lorsqu'on l'étudie au point de vue des efforts mécaniques développés par le passage d'un courant. J'aurai alors l'occasion

de revenir sur les points traités dans ces deux paragraphes. »

De la torsion magnétique des fils de fer doux. — Note de M. G. Moreau, présentée par M. Mascart. (*Extrait.*) — J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats d'une étude sur la Torsion magnétique (T. m.) des fils de fer doux. Le phénomène, découvert par Wiedemann, a été étudié par Smith [1], qui a montré qu'un fil de fer tordu initialement se tordait davantage sous l'action magnétisante d'un solénoïde. La T. m. est toujours de même sens que la torsion initiale du fil. Elle croît avec elle jusqu'à un maximum, pour décroître ensuite. Pour une torsion donnée, la T. m. croît aussi avec le champ magnétisant et décroît ensuite. (Suit le détail des expériences.)

Sur la détermination de la déviation des rayons de Röntgen par un prisme. — Note de MM. Hurion et Izarn, présentée par M. Mascart. — Les auteurs décrivent un dispositif permettant de mesurer cette déviation avec précision.

Sur la réfraction des rayons X. — Note de M. Gouy. — « Pour des recherches précises sur la propagation des rayons X, il faut avant tout disposer d'une source qui soit *linéaire*, de largeur apparente insensible, et en même temps assez intense pour opérer à grande distance avec une durée de pose acceptable, ce qu'on ne peut faire en diaphragmant une source ordinaire par une fente très fine.

J'ai réussi à surmonter cette difficulté par un emploi approprié des tubes du modèle dit *focus*, dans lesquels les rayons X prennent naissance à la surface d'une lame plane de platine. On constate que ces rayons possèdent une intensité presque égale, suivant toutes les directions comprises dans l'hémisphère limité par le plan de la lame, et cessent presque brusquement quand la direction devient rasante. Cette loi, tout opposée à la loi photométrique du *cosinus*, nous apprend que la lame de platine, vue obliquement, constitue une source de rayons X dont l'éclat intrinsèque est sensiblement en raison inverse de sa largeur apparente, en sorte qu'on peut, en se plaçant presque dans le plan de la lame, réaliser une source linéaire de grande intensité.

Cette remarque m'a amené à construire un tube focus dont la lame de platine, parfaitement plane, permet d'utiliser des rayons faisant avec son plan un angle fort petit, de 30′ par exemple; on a ainsi une grande intensité avec une source dont la largeur apparente n'atteint pas 0,1 mm.

J'en ai fait usage pour l'étude de la réfraction à travers le crown-glass et l'aluminium. Un fil de platine de 0,1 mm, recuit et fortement tendu, est placé parallèlement au plan de la lame. Un prisme de 60° est disposé tout près du fil, qui le dépasse de part et d'autre. On reçoit sur la plaque photographique l'ombre du fil, dont le milieu est formé par les rayons qui ont traversé le prisme. L'expérience consiste à mesurer l'écart ε de cette portion, par rapport à la ligne droite définie par les deux extrémités de l'image.

La distance de la plaque à la source est de 4,50 m, et le fil en occupe le milieu; la durée de pose est de trois heures.

L'ombre du fil forme une ligne blanche d'environ 0,2 mm de largeur, qui est d'une grande netteté à l'œil nu, sans cependant supporter un fort grossissement. Cette ligne a été examinée au moyen d'un appareil construit par MM. Brunner pour l'étude micrométrique des clichés [1]. Les mesures montrent que l'écart ε ne dépasse pas 20 microns, ce qui correspond à une déviation de 2″. Quant à la réalité de ces écarts très petits, c'est une question qui ne peut être tranchée qu'en perfectionnant les expériences.

Ainsi la réfraction des rayons X, si elle existe, est inférieure à deux secondes; d'où il résulte [2] que l'indice ne peut différer de l'unité de plus de $\frac{1}{200\,000}$.

Ces expériences, avec d'autres dont je rendrai compte, mettent aussi en évidence l'absence totale de diffraction; c'est grâce à cette propriété des rayons X que leur étude peut être effectuée avec une précision comparable à celle des mesures optiques. »

Photométrie du sulfure de zinc phosphorescent excité par les rayons cathodiques dans l'ampoule de Crookes. — Note de MM. Charles Henry et Gaston Seguy. — « On sait que les corps phosphorescents, lorsqu'ils sont excités par les rayons cathodiques dans l'ampoule de Crookes, émettent un éclat plus vif que lorsqu'ils sont saturés par la lumière du soleil ou par la lumière du magnésium.

Des mesures précises, dans des conditions bien définies de pression, de cette hyperphosphorescence du sulfure de zinc préparé en agglomérés suivant la méthode de l'un de nous, nous ont conduits aux conclusions suivantes :

1° L'éclat du sulfure pour une pression déterminée décroît assez rapidement avec la durée des expériences; il est tombé, par exemple, au bout d'une sizaine d'heures, pour la pression, optima avec notre ampoule, de 19 μ de mercure, de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{50,4}$ de bougie (on peut évaluer approximativement à $\frac{1}{55}$ de bougie, l'intensité du sulfure de zinc en poudre, saturé par la lumière du magnésium). Toutefois, une part notable dans cette déperdition doit être attribuée à la formation, sur la surface d'émission, de petits points noirs qui sont des particules métalliques projetées par la cathode et des particules de charbon

[1] *Philos. mag.*, 32, 1891.

[1] Modèle du passage de Vénus.
[2] Une des faces du prisme de 60° est normale aux yeux.

provenant sans doute de la décomposition de l'oxyde de carbone emprisonné dans le sulfure pendant sa calcination en creuset brasqué. Pour éliminer la part de cet écran intercepteur, il suffit simplement de retourner le bloc de sulfure, c'est-à-dire d'exposer aux rayons cathodiques les surfaces jusqu'alors soustraites à leur flux. On constate alors que l'éclat de ces portions est de $\frac{1}{6,22}$ de bougie, c'est-à-dire que le sulfure a perdu seulement le tiers de son éclat maximum initial.

2° En deçà et au delà de cette pression de 19 μ la plus favorable à l'hyperphosphorescence, les éclats du sulfure croissent et décroissent suivant des fonctions (exponentielles) de la pression, d'autant plus rapides que l'expérience a duré moins longtemps.

3° Quand on renverse le sens des décharges, c'est-à-dire quand on soustrait le sulfure aux rayons cathodiques, l'éclat décroît dans le rapport de 27 à 1.

Nous nous sommes servis, comme ampoule, d'une lampe à incandescence, munie de deux électrodes en aluminium : la cathode, ayant la forme d'un disque plat, était placée en haut de l'ampoule; l'anode, filiforme, était soudée latéralement; l'énergie était fournie par quatre éléments au bichromate à une bobine donnant des étincelles de 6 cm de longueur (résistance de l'inducteur : 0,158 ohm; de l'induit : 5687 ohms); nous avons mesuré le vide avec la jauge de Mac-Leod et les intensités avec le photomètre de M. Charles Henry. »

En se reportant à la correspondance du présent numéro (p. 244), nos lecteurs verront combien la Note ci-dessus manque de précision et de clarté. Nous avouons notre impuissance à donner à notre collaborateur et ami Guillaume les éclaircissements qu'il sollicite. Peut-être obtiendrons-nous des auteurs un complément d'informations.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 mai 1896.

M. Bouty donne connaissance à la Société d'une note de MM. Oumoff et Samoïloff, ayant pour titre : **Images électriques dans le champ d'un tube de Hittorf** et accompagnée de dessins et de photographies.

Dans l'expérience classique de M. Röntgen, les auteurs remplacent l'écran fluorescent ou la plaque photographique par une plaque d'ébonite, et développent l'image obtenue en insufflant sur la plaque un mélange de soufre et de minium. Si l'on n'interpose aucun obstacle entre le tube fluorescent et l'écran, soutenu dans l'air à quelques centimètres au-dessous du tube, on obtient sur les deux faces de l'écran une tache rouge intense, correspondant à la tache fluorescente du tube; le reste de l'écran prend une teinte rougeâtre. Des découpures en métal, en verre, en papier, en contact parfait avec l'écran, donnent, des deux côtés de l'écran, des images rouges bordées d'une bande neutre; le reste de l'écran est rouge.

Les auteurs ont beaucoup varié les conditions de leurs expériences et concluent, d'une manière générale, à la similitude des champs électriques d'un tube Hittorf et d'un conducteur électrisé.

Aimantation des alliages de fer et d'antimoine. — M. Pierre Weiss a étudié l'aimantation d'une série de dix alliages de fer et d'antimoine, dont les propriétés magnétiques sont intermédiaires entre celles des corps faiblement magnétiques et ferromagnétiques. La méthode employée pour déterminer les courbes représentant l'intensité d'aimantation en fonction du champ est celle du galvanomètre balistique. Sous sa forme habituelle, elle donne l'induction $\mathfrak{B} = \mathfrak{H} + 4\pi\mathfrak{J}$, où $\mathfrak{H}$ est le champ, et $\mathfrak{J}$ l'intensité d'aimantation. En général, pour les corps fortement magnétiques, $\mathfrak{H}$ est incomparablement plus petit que $4\pi\mathfrak{J}$, tandis que, pour les alliages les moins magnétiques étudiés, $\mathfrak{H}$ prédomine de beaucoup et masque le terme $4\pi\mathfrak{J}$ qui est l'objet de la mesure.

En compensant l'action de la bobine inductrice sur la bobine induite, au moyen d'un autre système de bobines avant l'introduction de l'alliage, on isole expérimentalement le terme $4\pi\mathfrak{J}$, qui peut être alors déterminé avec précision.

Les propriétés magnétiques de ces alliages s'accentuent avec la teneur en fer, comme le montrent les nombres suivants :

Fer en pour 100.	Susceptibilité magnétique $\varkappa = \frac{\mathfrak{J}}{\mathfrak{H}}$ à l'origine.
26,0	0,00009
29,8	0,00025
35,9	0,00050
38,6	0,0051
42,7	0,125
45,2	0,167
51,2	0,330
54,4	0,82
56,8	1,06

Il se produit un accroissement brusque des propriétés magnétiques, quand la teneur en fer dépasse 38 pour 100, composition qui répond à la formule Sb^3Fe^4. La petitesse de la susceptibilité montre que le magnétisme ne peut être dû exclusivement à du fer libre disséminé dans la masse et que l'on a affaire à des composés ayant leur individualité propre au point de vue magnétique.

Les corps faiblement magnétiques sont dépourvus d'aimantation résiduelle et ont une fonction magnétisante rectiligne; les corps fortement magnétiques, au contraire, ont de l'aimantation résiduelle et une fonction magnétisante curviligne. L'un des alliages étudiés montrent qu'il peut y avoir des corps à fonction magnétisante curviligne dépourvus d'aimantation résiduelle, et que, par conséquent, les deux manifestations de la non-proportionnalité de l'aimantation au champ sont indépendantes.

Le tracé complet des cycles d'hystérésis a été déterminé

pour cinq alliages, et leur aire a été mesurée en vue de contrôler la formule de Steinmetz.

Cette formule empirique $W = \eta \mathfrak{I}^{1,6}$, où W représente l'énergie dissipée dans un cycle, $\mathfrak{I}$ l'intensité d'aimantation maxima du cycle, et η un coefficient caractéristique de la matière, repose sur une base expérimentale solide. On possède de très nombreuses expériences dont il est aisé de montrer graphiquement la concordance avec la formule exponentielle en remarquant que celle-ci, sous la forme logarithmique

$$\log W = \log \eta + 1,6 \log \mathfrak{I},$$

est représentée par une ligne droite.

Dans les champs très faibles seulement l'accroissement de l'énergie dissipée avec l'intensité d'aimantation maxima du cycle est plus rapide, elle est proportionnelle à la limite, au cube de $\mathfrak{I}$, ainsi qu'on peut le déduire d'expériences déjà anciennes de Lord Rayleigh.

L'auteur a repris ces expériences, qui n'avaient pas été faites en vue de la mesure de l'aire des cycles par la méthode du galvanomètre balistique, disposée de façon à compenser par une induction sans fer la partie de l'aimantation proportionnelle au champ et en s'attachant à mesurer avec une grande précision les écarts de la proportionnalité. Les conclusions tirées des expériences de Lord Rayleigh se sont trouvées pleinement confirmées.

Les alliages de fer et d'antimoine dont il vient d'être question obéissent bien à une loi exponentielle, mais l'exposant, au lieu d'être constamment égal à 1,6, varie en partant de 2,17 pour un alliage contenant 53 pour 100 de fer, pour tendre progressivement vers 1,6, quand la teneur en fer augmente.

Au cours de recherches sur l'aimantation de la magnétite cristallisée, des mesures de cycles ont été faites sur des prismes taillés parallèlement aux axes ternaire, binaire et quaternaire du système cubique dans des octaèdres du Tyrol. Ici, la loi de l'énergie dissipée n'est plus exponentielle. La représentation logarithmique donne pour les trois directions des courbes concaves du côté de l'axe des abscisses. Ce résultat est d'autant plus curieux que Steinmetz a trouvé la loi de la puissance 1,6 strictement vérifiée pour un échantillon de magnétite compacte. Il semble donc que la cristallisation intervienne pour modifier la loi de l'énergie dissipée, au même titre que la grandeur de l'aimantation en fonction de la direction.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 20 mai 1896.

En raison de l'exposition d'électricité qui a eu lieu pendant les premiers jours du mois de mai, la séance mensuelle a été retardée et a eu lieu le 20 mai. La séance est ouverte à huit heures et demie sous la présidence de M. G. Sciama. Après la lecture du procès-verbal, l'énumération des ouvrages reçus et l'énoncé des dons faits à la Société à la suite de l'Exposition, M. le président annonce la mort de M. Belleville et de M. Cernuschi, membres de la Société. Il fait connaître qu'au mois de juin une grande fête sera célébrée en Angleterre pour le jubilé de lord Kelvin; M. Mascart représentera la Société. Un congrès des électriciens aura également lieu à Genève au mois d'août. M. G. Sciama inaugure ensuite sa présidence par un discours fort remarquable surtout par ses considérations industrielles; nous ne pouvons répéter ici les quelques paroles que nous n'avons pu entendre que difficilement.

M. Picou a ensuite la parole pour parler de la **Mesure des grandes résistances d'isolement**. Dès que l'on atteint une valeur un peu élevée pour l'isolement d'un câble, la méthode de la déviation ne peut plus être utilisée et ne donne plus de résultats. M. Picou se sert d'une méthode spéciale qui permet de déterminer des isolements avec de faibles longueurs d'échantillons. Cette méthode consiste à intercaler dans le circuit de la résistance un condensateur et une pile. On laisse le condensateur se charger pendant un temps déterminé; on le décharge ensuite dans un galvanomètre balistique. A la condition d'avoir déterminé la f. é. m. de la pile et étalonné le galvanomètre, on peut facilement déterminer la résistance d'isolement. Une charge de dix minutes suffit pour mesurer des isolements atteignant des millions de mégohms. Cette méthode ne présentait que quelques difficultés par suite des fuites superficielles. Un perfectionnement dû à M. Preece a rendu la méthode tout à fait pratique. Ce procédé consiste à enrouler un fil tout autour du câble à essayer et à le réunir au circuit général avant la pile; de la sorte, toutes les pertes extérieures restent indépendantes et ne faussent pas les valeurs de la résistance que l'on cherche. Dans le cas de la résistance de liquides, deux plaques métalliques sont placées en regard l'une de l'autre à une certaine distance. Pour éviter toutes dérivations sur les contours, il faut établir un anneau de garde et le relier avant la pile comme dans l'expérience précédente.

M. Pellat fait observer que cette disposition a été utilisée par M. Foussereau dans diverses expériences. M. Vigneron ajoute que le même procédé est employé au laboratoire central d'électricité depuis plus de deux ans.

M. P. *Janet* fait ensuite, au nom de M. Potier, une communication sur les **Précautions à prendre contre l'Électrolyse dans l'établissement des voies de tramways**. Nous consacrerons un article spécial à la question.

Séance du 3 juin 1896.

La séance mensuelle a eu lieu sous la présidence de M. Sciama, *président*, assisté de MM. Pellat et E. Sartiaux, *vice-présidents*. M. Gosselin remplace M. Hillairet absent.

Après la lecture du procès-verbal, M. Bochet présente quelques observations sur la communication de M. Potier relative aux précautions à prendre contre l'électrolyse dans l'établissement des voies de tramways, et M. Grosselin sur la communication de M. Picou en ce qui concerne la mesure de très grandes résistances. M. Grosselin fait surtout remarquer que quelquefois la charge statique du câble peut atteindre ou dépasser dans de grandes limites la valeur de la capacité du condensateur dont on se sert, et que les condensateurs industriels, en quelques instants, peuvent subir des pertes qui atteignent de 70 à 80 pour 100. A part cette objection, la méthode de M. Picou est très bonne, et donne d'excellents résultats.

M. Bochet fait ensuite une communication **Sur le calcul des conducteurs électriques**. Il suppose le cas d'une canalisation aboutissant en un point d'où se séparent divers circuits, et le cas d'une canalisation rectiligne sur laquelle sont prises diverses dérivations. Il trouve dans chaque cas le poids de cuivre nécessaire, et par différentiation il cherche le minimum de la fonction. Il détermine ainsi les sections nécessaires et le poids de cuivre. Il trouve ainsi des économies respectives de 35 et 25 pour 100 dans les deux cas signalés sur les résultats fournis par la méthode de la densité constante. La méthode indiquée suppose au contraire une densité variable; on peut ensuite vérifier si la densité est suffisante.

M. J. Laffargue décrit ensuite le **Secteur électrique de la rive gauche**. (Voir *l'Industrie électrique*, n° 104 du 25 avril 1896, p. 165.)

Quelques renseignements complémentaires sont ensuite demandés par M. Dieudonné, qui désire savoir comment se fera l'approvisionnement en charbon.

M. Laffargue répond qu'une estacade va être élevée sur les bords de la Seine; une grue électrique servira pour le déchargement des bateaux, des petits wagonnets transporteront le charbon dans l'usine.

M. le Président demande quel est le voltage primaire à l'usine et s'il n'y a pas d'autres précautions pour le couplage en parallèle que le rhéostat de charge. Le voltage est de 3000 volts; le rhéostat de charge est seul employé avec les indicateurs de phase. M. Bochet fait connaître à plusieurs reprises qu'il a vu cette opération et qu'elle s'est effectuée dans de bonnes conditions. M. Korda désire savoir si l'éclairage de l'usine est assuré par les machines excitatrices. Il en est en effet ainsi, lui répond M. Laffargue. Après discussion, MM. Dieudonné et Laffargue proposent d'organiser une visite à l'usine, où il sera possible de mieux se rendre compte sur place des dispositions adoptées. M. le président dit aussitôt qu'il va s'occuper de cette question.

M. Tainturier parle ensuite du **Tramway de la place de la République à Romainville**, dont l'inauguration a eu lieu le 4 juin. Il donne divers renseignements sur la voie, sur la ligne, sur les voitures, sur l'éclairage et sur l'usine située aux Lilas. L'usine renferme 3 chaudières donnant chacune 2000 kg de vapeur par heure à la pression de 8 kg par cm², 3 machines à vapeur Corliss-Garnier à condensation de 200 chevaux à 85 tours par minute et actionnant par courroies chacune une dynamo Hillairet hypercompound de 150 kilowatts à 550 volts et 500 tours par minute. Nous décrirons cette installation en détail dans un prochain numéro. J. L.

REVUE DE LA PRESSE

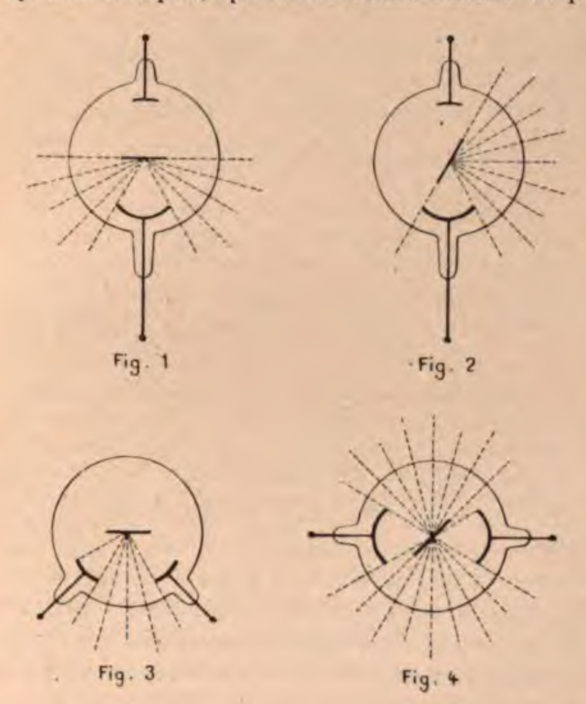
A propos des lampes Röntgen, par M. le professeur Dr Walter König (*Electrotechnische Zeitschrift*, n° 20, 1896). — Dans presque toutes les instructions sur la manière de photographier au moyen des rayons Röntgen, et sur presque toutes les réclames concernant les tubes ou ampoules dont on se sert en pareil cas, on ne parle que de l'intensité avec laquelle l'action se produit et de la durée du temps d'exposition. Il semble qu'on ne s'est pas encore aperçu que ces ampoules, pour être bonnes, doivent remplir une autre condition importante, qui est de donner des images nettes. Ce point est cependant capital, aussitôt que l'on se propose de photographier des objets un peu grands et de fixer des particularités de leur intérieur ne se trouvant pas immédiatement sur la plaque sensible. Pour essayer les tubes à ce point de vue, il est bon de photographier, par exemple, un petit support en fil de fer fin. Je me sers pour cet essai d'un tétraèdre formé par des fils de laiton de 0,75 mm d'épaisseur pliés et soudés, ayant 5 cm de longueur d'arête. Si on le place sur la plaque sensible recouverte de papier noir, le sommet de ce tétraèdre se trouve à environ 4 cm de la plaque. Une ampoule parfaite devrait projeter tous les 6 côtés du corps avec une égale clarté sur la plaque. Cette condition n'est jamais remplie par les formes des tubes que l'on trouve dans le commerce sous le nom de lampes de Röntgen, pour lesquelles les rayons cathodiques sont émis par une surface relativement grande et éclairent une grande partie de la paroi de verre. Dans toutes ces lampes, les rayons ne partent pas d'un seul et même point, mais d'une surface, et les images que l'on obtient avec ces tubes, soit qu'ils affectent la forme de cône ou de bouteille, sont peu nettes et le tétraèdre ne s'y voit pas tout entier et toujours d'une façon diffuse.

Afin d'obtenir une source de lumière ayant les dimensions d'un point, on peut, comme le fit M. W. Wien pour les tubes qu'il employa pour obtenir différentes épreuves au Ministère de la guerre, concentrer les rayons cathodiques au moyen d'une électrode creuse servant de miroir, sur un point de la paroi de verre, en interposant toutefois à cet endroit une bande d'aluminium pour éviter une rupture du tube.

On peut également se servir des tubes que j'employais déjà à la fin du mois de janvier à la Société de physique

de Francfort-sur-Mein et dont la construction repose sur le même principe. Ces tubes m'ont donné toute satisfaction. L'ampoule en question fut employée pour démontrer qu'une bande de platine placée au foyer d'une électrode sphérique devenait rouge (fig. 1).

Les rayons cathodiques ne se concentrent plus sur le verre, mais sur la feuille de platine qui devient, comme plusieurs expériences le démontrent, le siège de puissants rayons Röntgen qui ne traversent pas le platine, mais qui sont au contraire réfléchis en arrière. En Angleterre, on a modifié cette forme de lampe en cherchant à la perfectionner en plaçant la feuille de platine non plus perpendiculaire mais inclinée de 45° sur l'axe du faisceau des rayons cathodiques (fig. 2). A première vue cette ampoule pouvait faire croire qu'il s'agissait d'une simple réflexion des effets et propriétés des rayons. Cette réflexion, d'après mes expériences, n'a cependant pas lieu. Les rayons cathodiques, après avoir touché la feuille de platine, se répandent, sous forme de rayons Röntgen, dans toutes les directions, et l'on peut dire que la feuille de platine devient fluorescente et émet des rayons Röntgen sous l'influence des rayons cathodiques. On reconnait cela à la fluorescence de la paroi de verre qui est causée principalement par les rayons émis par la feuille de platine, puisque le plan de cette feuille divise nettement l'ampoule en deux parties : l'une toute sombre située du côté de l'anode, l'autre fortement et également fluorescente du côté de la cathode. La position inclinée de la feuille de platine a cependant l'avantage de présenter un plus grand champ lumineux limité par le plan de la feuille de platine et par l'électrode.


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4

Il est bon de faire remarquer ici que le foyer des rayons cathodiques ne coïncide pas du tout, en général, avec le centre de courbure de l'électrode. D'après Goldstein, ce foyer le dépasse de beaucoup à mesure que la pression intérieure diminue.

Des lampes Röntgen ainsi construites sont irréprochables au point de vue de la netteté des images, elles donnent des reproductions très claires du tétraèdre d'essai. En ce qui concerne l'intensité de l'effet, on a fait plusieurs expériences pour voir si l'on doit préférer l'excitation directe à l'aide de l'inducteur ou celle d'un transformateur Tesla alimenté par le même inducteur.

Les tubes en forme de cône ou de bouteille produisent des actions plus fortes avec l'inducteur qu'avec le transformateur de Tesla. Les ampoules munies de feuilles de platine de la forme de celles décrites précédemment, au contraire donnent des effets beaucoup plus marqués lorsqu'elles sont excitées par le transformateur de Tesla, que quand elles le sont par l'inducteur seul. J'ai cependant l'idée que ces deux manières d'exciter produisent des rayons lumineux qui diffèrent non seulement en intensité mais aussi en qualité. Ce sont les expériences suivantes qui me le font croire. J'excitai les ampoules précédemment décrites au moyen de l'inducteur seul et j'expérimentai sur la pénétrabilité de différents corps à l'aide de l'écran fluorescent qui éclairait modérément, mais cependant d'une façon nettement sensible. Une tôle d'aluminium de 0,12 mm d'épaisseur donnait une ombre, une plaque de verre de 1,7 mm d'épaisseur n'était pas traversée, un coin en bois qui avait 12 mm d'épaisseur à son extrémité la plus grosse donnait, à partir de son extrémité mince totalement transparente, une ombre qui s'assombrissait jusqu'à rendre invisible l'extrémité la plus épaisse. Ce même tube, excité en intercalant un transformateur Tesla, donnait des résultats tout différents. La feuille d'aluminium n'était plus visible, la plaque de verre était absolument transparente et le coin de bois donnait une ombre faible qui augmentait peu d'intensité vers l'extrémité la plus épaisse.

Les effets restaient les mêmes lorsqu'on diminuait l'intensité de l'action en s'éloignant de la lampe, à une valeur égale ou plus faible encore que celle que l'on obtenait par l'excitation au moyen de l'inducteur seul.

Lorsque l'on excite au moyen du transformateur de Tesla, les pôles changent pendant les oscillations rapides de la décharge. Et puisque les rayons cathodiques sont émis alternativement par l'un et par l'autre pôle, on a cherché à utiliser ces deux pôles pour la production des rayons Röntgen ; et la construction des lampes s'est modifiée. Les deux électrodes sont creuses et forment miroir ; elles projettent leurs rayons sur une même feuille de platine et autant que possible au même point et sous des angles de 45°, tandis que leurs axes sont inclinés de 90° l'un sur l'autre (fig. 3). Des ampoules de cette forme sont employées depuis le 11 mars à la Société de physique de Francfort et se sont montrées pour un certain degré de vide très riches en rayons. Je n'ai pas pu déterminer jusqu'ici le degré de vide le plus favorable, car tous ces essais ont été faits sans pompe à mercure. Des expériences faites avec 4 tubes différents semblent démontrer

qu'il est avantageux de ne pas avoir le vide à un haut degré. Un micromètre pour mesurer la longueur des étincelles fut placé à côté d'une lampe, la distance pour laquelle les étincelles cessaient de se produire et où la lampe s'allumait furent les suivantes (en millimètres).

	Lampes.			
	1.	2.	3.	4.
Excitation au moyen de l'inducteur	1,7	6,5	16,5	3
— — du transformateur de Tesla	28	44	45	25

La détermination de la valeur de l'intensité photographique fit voir que les lampes 1 et 4, excitées avec le transformateur de Tesla, étaient à peu près équivalentes, mais excessivement fortes toutes deux. Les ampoules 2 et 3 étaient beaucoup moins bonnes.

Pour que ces tubes donnent des images aussi parfaites que possible, il faut que les points de convergence des rayons cathodiques se confondent sur la feuille de platine. Cette condition est excessivement difficile à remplir pour le souffleur. On peut cependant corriger aisément une faute semblable au moyen de la déviation magnétique des rayons cathodiques. A cet effet, on excite le tube avec l'inducteur afin de contrôler le foyer par l'échauffement du platine (excitée par le transformateur de Tesla, la feuille ne devient pas rouge). Si cette position varie en renversant le courant, on place près des électrodes un ou plusieurs aimants dont on variera les positions jusqu'à ce que les foyers coïncident. On peut alors essayer la netteté des images au moyen du tétraèdre. On obtiendra un cliché très clair. On peut obtenir, en renversant la position des aimants et en séparant les foyers, une image double du sommet du tétraèdre. Dans la plupart des cas, la netteté que l'on obtient avec une de ces ampoules bien construite est suffisante et l'on peut se passer d'aimants; elle dépasse du reste généralement considérablement celle que l'on obtient avec les lampes Röntgen ordinaires.

Si l'on veut cependant obtenir la plus grande clarté dans l'image, il est préférable d'opérer avec une ampoule dans laquelle le platine n'est éclairé que par une seule électrode. On peut, il est vrai, utiliser l'effet double des décharges du condensateur, en plaçant dans l'ampoule deux électrodes courbées en miroir, l'une en face de l'autre, et en intercalant entre elles une feuille de platine inclinée de 45° sur leur axe mutuel (fig. 4). L'effet des électrodes ne s'ajoute pas comme dans le cas précédent, car les rayons ne traversent pas d'une façon appréciable la feuille de platine. Mais on peut utiliser la lampe dans les deux directions et prendre deux épreuves à la fois.

C. B.

Une modification à la méthode de M. Mascart pour l'emploi de l'électromètre à quadrants, par M. Riccardo Arnò (*Elettricista*, avril 1896). — La formule générale de l'électromètre à quadrants est

$$\alpha = k(U_2 - U_1)\left[U - \frac{U_1 + U_2}{2}\right],$$

en appelant α la déviation U_1, U_2 les potentiels des quadrants, U le potentiel de l'aiguille et k une constante de construction.

Dans la méthode de M. Mascart, on met les deux quadrants en relation avec les extrémités d'une pile dont le milieu est à la terre, ce qui réduit la relation précédente à

$$\alpha = kU,$$

en désignant par k une nouvelle constante.

Le potentiel d'un point est donc proportionnel à la déviation, et il faut faire deux expériences pour déterminer la différence de potentiel entre deux points, ce qui est un inconvénient pratique. La modification signalée par M. Riccardo Arnò a pour but d'éliminer cet inconvénient. Soient A et B les deux points dont les potentiels sont respectivement U_A et U_B. On réunit le point A à l'aiguille et le milieu de la batterie au point B non relié à la terre, on a alors :

$$\alpha = k\left(U_A - \frac{U_1 + U_2}{2}\right),$$

qui peut s'écrire

$$\alpha = k\left(U_A - \frac{U_1 - U_B + U_B + U_2}{2}\right).$$

Mais

$$U_1 - U_B = U_B - U_2,$$

d'où, en remplaçant :

$$\alpha = k\left(U_A - \frac{U_B - U_2 + U_B + U_2}{2}\right),$$

ou

$$\alpha = k(U_A - U_B).$$

La déviation est alors proportionnelle à la différence de potentiel à mesurer et la mesure n'exige qu'une seule lecture.

(Il y a une dizaine d'années que nous avons appliqué cette méthode à la mesure de la force électromotrice des piles au laboratoire d'électricité de l'École de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris. É. H.)

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Émile Barrault, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

251055. — **Société Felten et Guilleaume.** — *Câble électrique à élément ductile* (17 octobre 1895).

250954. — **Peyrusson.** — *Perfectionnements aux appareils et procédés d'électrolyse* (14 octobre 1895).

250971. — **Mc Moore.** — *Perfectionnements dans l'éclairage électrique* (15 octobre 1895).

251024. — **Lafond.** — *Dispositif de manchons réfractaires et incandescents pour lampes électriques à arc voltaïque* (17 octobre 1895).

251066. — **Herisman** et **Gover**. — *Perfectionnements apportés aux supports pour lampes électriques à incandescence* (19 octobre 1895).

251068. — **Société dite : Phenix Suddeutsche Gluhlampenfabrik G M B H.** — *Dispositif applicable aux lampes électriques à incandescence pour établir la communication entre les filaments incandescents et les conducteurs du courant* (19 octobre 1895).

251078. — **Damseaux.** — *Avertisseur électrique de parfaite sécurité pour coffres-forts et meubles à argenterie* (19 octobre 1895).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Copper Electro Company. — Cette Société vient d'être constituée à Paris pour l'exploitation des brevets Dumoulin relatifs au traitement électrométallurgique des minerais de cuivre.

La Compagnie du Rio Tinto aurait option pour un an sur le brevet anglais.

Le capital de la Compagnie est de 500 000 £, divisé en actions ordinaires pour 350 000 £, et en actions privilégiées pour 150 000 £, dont 100 000 £ sont mises en souscription et 50 000 £ gardées en réserve.

MM. Matheson, à Londres, et Fould, 85, rue de Monceau, sont, l'un président et l'autre vice-président de la Société.

Compagnie générale de Traction et d'Électricité. — Cette Société a pour fondateur M. René-Marie-Louis de Mas Latrie.

Elle a pour objet : 1° La construction et l'installation de lignes de tramways, lignes de chemins de fer à traction électrique ou autre ou de tous autres moyens de locomotion employés pour le transport en commun, et, à cet effet, la réalisation d'un contrat d'entreprise et de fournitures à passer avec un groupe déjà titulaire d'un nombre important de concessions de lignes de tramways en France; 2° la substitution aux droits de précédents concessionnaires ou l'obtention directe de concessions de lignes de tramways ou de chemins de fer ou autres lignes de transport; leur acquisition dans les pays où elle est autorisée par la législation en vigueur, leur installation, leur mise en marche et leur cession; 3° la participation dans le capital de sociétés d'exploitation de lignes de tramways, de chemins de fer ou autres moyens de locomotion, la constitution desdites Sociétés, l'intervention dans cette constitution par voie d'apport ou autrement; 4° la construction et l'installation de transports de force et de distribution d'énergie, la fourniture de l'énergie pour l'éclairage électrique et la force motrice; 5° les contrats de traction à faire avec les Compagnies de transports; 6° toutes opérations de voirie se rattachant à l'installation des lignes de tramways et en général l'application et l'exploitation de l'électricité pour tous emplois industriels ou autres et toutes opérations commerciales, industrielles et financières se rattachant à l'objet de la Société.

Le siège social est à Paris, 24, boulevard des Capucines.

La durée de la Société est de 50 années.

Le capital social est de 5 millions de fr, divisé en 10 000 actions de 500 fr, qui ont été émises contre espèces. Il pourra être augmenté sur décision de l'assemblée générale par la création d'actions nouvelles qui seront émises contre espèces ou en représentation d'apports.

En cas d'émission de nouvelles actions à libérer en numéraire, les souscripteurs primitifs du capital social auront un droit de préférence à la souscription de la moitié des nouvelles actions. Ce droit de préférence s'exercera dans la proportion des titres par eux souscrits à l'origine.

Faute par eux d'exercer ce droit, il appartiendra aux porteurs des titres existants, proportionnellement au nombre d'actions détenues par chacun d'eux.

Le droit de préférence à la souscription de l'autre moitié des nouvelles actions appartiendra aux porteurs des titres existants.

L'Assemblée fixera les conditions des émissions nouvelles, ainsi que les formes et les délais dans lesquels le bénéfice des dispositions qui précèdent pourra être réclamé.

La Société est administrée par un conseil composé de 6 membres au moins et de 11 membres au plus, qui devront être chacun propriétaires de 50 actions affectées en garantie de leur gestion.

Le premier Conseil a été nommé par l'assemblée constitutive pour une durée de 6 années, à l'expiration desquelles il sera renouvelé en entier. Ensuite, il se renouvellera par tiers tous les deux ans.

La présence de la moitié au moins des membres du Conseil en fonctions est nécessaire pour assurer la validité des délibérations.

Le Conseil peut déléguer tout ou partie de ses pouvoirs à une ou plusieurs personnes prises dans son sein ou au dehors, associées ou non.

Les attributions, pouvoirs, avantages, émoluments de personnes déléguées seront déterminés par le Conseil d'administration.

L'Assemblée générale se compose de tous les porteurs d'au moins 10 actions de 500 fr ou leur équivalent.

Les propriétaires de titres nominatifs doivent, pour avoir droit d'assister à l'Assemblée générale, être inscrits sur les registres de la Société, vingt jours au moins avant celui fixé pour la réunion.

L'année sociale va du 1er janvier au 31 décembre suivant.

L'assemblée générale annuelle se tient dans le courant du premier semestre de chaque année. L'ordre du jour est arrêté par le Conseil d'administration, et tout actionnaire qui désire faire une proposition doit en faire part cinq jours à l'avance au Conseil.

Les convocations des Assemblées ordinaires annuelles, sauf pour le cas de deuxième assemblée, sont faites par avis inséré vingt jours avant la réunion dans un des journaux d'annonces légales de Paris.

Les autres assemblées ordinaires ou extraordinaires, quel qu'en soit l'objet, peuvent être convoquées par avis inséré six jours seulement avant la réunion par un des journaux d'annonces légales de Paris.

Chaque membre de l'assemblée a autant de voix qu'il possède de fois 10 actions avec maximum de 100 voix.

Les produits nets de la Société, déduction faite de tous frais et charges, constituent les bénéfices.

Sur ces bénéfices, il est prélevé :

1° 5 pour 100 pour la réserve légale;

2° Un intérêt de 5 pour 100 sur le montant du capital versé.

Le surplus sera réparti :

1° 15 pour 100 au Conseil d'administration;

2° 85 pour 100 à toutes les actions, à titre de dividende.

Toutefois, sur cette dernière part, l'Assemblée générale pourra, sur la proposition du Conseil d'administration, décider le prélèvement, soit d'amortissements divers, soit d'une réserve supplémentaire toujours disponible et qui appartiendra aux actionnaires.

A l'expiration de la Société ou en cas de dissolution anticipée, l'Assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration, règle le mode de liquidation et nomme le ou les

liquidateurs, dont un au moins sera choisi parmi les membres du Conseil d'administration en exercice au moment de la dissolution de la Société.

Pendant le cours de la liquidation, les pouvoirs de l'Assemblée générale continuent comme pendant l'existence de la Société; elle approuve les comptes de la liquidation et donne décharge aux liquidateurs.

Les liquidateurs ont mission et pouvoir de réaliser, même à l'amiable, tout l'actif mobilier et immobilier de la Société, et d'éteindre le passif; en outre, avec l'autorisation de l'Assemblée générale et aux conditions fixées et acceptées par elle, ils peuvent faire le transport ou la cession à tout particulier ou à toute Société, soit par moyen d'apport, soit autrement, de tout ou partie des droits et obligations de la Société dissoute.

Toutes les valeurs provenant de la liquidation, après l'extinction du passif, serviront d'abord à rembourser aux actionnaires le capital réalisé et non amorti, et le surplus constituant des bénéfices sera réparti aux actionnaires dans la proportion des actions possédées par eux.

Ont été nommés administrateurs : MM. Hubert Henrotte, Adolphe-Lambert Dupont, Georges Chaudoir, Georges Renard, Jules Nagelmackers, Louis Laveissière.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie Urbaine d'Eau et d'Électricité. — Le 6 janvier, les actionnaires réunis au siège social, 19, rue Lafayette, ont :

Accepté, sauf vérification, les apports faits par des actionnaires de la Société d'Éclairage Électrique de Saumur;

Chargé M. Cuénod de faire un rapport sur la valeur de ces apports et sur celle de l'entreprise de Saumur;

Approuvé en principe les conditions de reprise de l'entreprise d'électricité par M. Brillouin; autorisé le Conseil à prendre au nom de la Compagnie Urbaine d'Eau et d'Électricité, la concession de force motrice obtenue de l'État par M. Brillouin et située à l'Ile-des-Planches, sur la Sarthe, afin de procéder à l'installation de cette force motrice et à louer cette force après installation à raison de 10 pour 100 l'an du capital engagé à titre de location et d'amortissement;

Décidé d'augmenter le capital de 270 000 fr par la création de 540 actions de 500 fr payables en numéraire.

Les 540 actions ayant été souscrites et le rapport de M. Cuénod approuvant les apports ci-dessous, le capital se trouve aujourd'hui de 700 000 fr.

Voici l'énumération des apports ci-dessus, et la valeur relative pour laquelle ils comptent dans le capital social actuel :

1° Par M. James Combier, industriel à Saumur, de 165 actions de la Société d'Éclairage électrique de Saumur, dont le siège est à Saint-Hilaire-Saint-Florent, près Saumur,

Contre 110 actions de 500 fr entièrement libérées de la Compagnie urbaine d'Eau et d'Électricité;

2° Par M. Adolphe Gouin, horloger à Saumur, de 39 actions de la même Société d'Éclairage électrique de Saumur,

Contre 26 actions de 500 fr entièrement libérées de la Compagnie urbaine d'Eau et d'Électricité;

3° Par M. Louis Liénard, propriétaire à Bagneux, près Saumur, de 15 actions aussi de la Société d'Éclairage électrique de Saumur,

Contre 10 actions de 500 fr entièrement libérées de la Compagnie urbaine d'Eau et d'Électricité;

4° Par M. Émile Sabatier, négociant à Saumur, de 33 actions de la Société d'Éclairage électrique de Saumur,

Contre 22 actions de 500 fr entièrement libérées de la Compagnie urbaine d'Eau et d'Électricité;

5° Par M. Jules-Marie Martin-Lemée, maître-d'hôtel, à Saumur, de 42 actions de la même Société d'Éclairage de Saumur,

Contre 28 actions de 500 fr entièrement libérées de la Compagnie urbaine d'Eau et d'Électricité;

6° Par M. Jules Marquoys, négociant à Saint-Mandé, Grande-Rue, n° 42, de 57 actions de ladite Société d'Éclairage électrique de Saumur,

Contre 38 actions de 500 fr entièrement libérées de la Compagnie urbaine d'Eau et d'Électricité;

7° Par M. Claudius Marcheval, négociant à Vincennes, rue du Bois, n° 5, de 33 actions de la Société d'Éclairage électrique de Saumur,

Contre 22 actions de 500 fr entièrement libérées de la Compagnie urbaine d'Eau et d'Électricité;

8° Et par M. Léopold Bernheim, négociant à Paris, rue Amelot, n° 104, de 6 actions de la Société d'Éclairage électrique de Saumur,

Contre 4 actions entièrement libérées de la Compagnie urbaine d'Eau et d'Électricité.

INFORMATIONS

Banque pour Entreprises Électriques de Zurich. — Cet établissement a pris de gros intérêts dans diverses entreprises électriques, dont quatre sont à Gênes, pour éclairage, distribution de force, traction électrique.

Sa participation dans les affaires génoises, évaluée à 6 180 000 fr a été acquise au prix de 5 990 000 fr : la Banque s'est, par contre, obligée à fournir pendant 10 ans les capitaux nécessaires à ces entreprises. A fin mars, le montant de ses avances était de 6 270 000 fr.

L'*Allgemeine* chargée de la fourniture du matériel électrique a garanti que le capital total nécessaire ne dépasserait pas 33 780 000 fr.

Voici quelques renseignements sur ces entreprises :

Società anonima officine elettriche Genovesi. — Cette Société, au capital de 5 millions de lires, a pour objet la distribution de l'énergie électrique dans la ville de Gênes.

La durée de sa concession est de 90 ans : elle a, pour une durée de 30 ans, le monopole de l'éclairage public.

En fin de concession, la Ville devient possesseur de la station et du réseau. Tous les 10 ans, la Ville peut exercer un droit de rachat à dire d'expert.

Società de Ferrovie elettriche et funiculare. — Cette Société est formée par la réunion de trois autres dont voici les conditions de fonctionnement :

1. *Ferrovie elettriche.* — Au capital de 1,5 million de lires, cette Société exploitera avec une concession de 90 ans, un funiculaire de 1,48 km et un tramway électrique de 21,42 km. Actuellement, il n'y a en exploitation que 0,74 km de funiculaire et 9,4 km de tramway.

L'exercice 1893 a donné une perte de. . . .	3 053 lires.
— 1894 — —	4 376 —
— 1895 — un bénéfice de . . .	13 569 —

2. *Unione Italiana Tramways Elettrici.* — Cette Société, au capital de 3 millions de lires, a acquis les réseaux urbain et suburbain des Tramways à traction animale. Autorisée par un vote du Conseil municipal de Gênes, la Société va appliquer la traction électrique sur l'ancien réseau et ses prolongements prévus, soit sur un ensemble de 30 km.

Les recettes brutes du dernier trimestre de 1895 ont été de 428 879 lires, laissant, avant tout amortissement, un bénéfice net de 123 839 lires.

3. *Tramways Orientali.* — Cette Société au capital de 2 800 000 lires, a été créée pour construire 25 km de réseau de tramways à traction électrique, avec concession de 40 ans.

Les pouvoirs publics n'ont point encore voté sur les autorisations à donner à la Société.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

33412. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus à Par

5e Année. — N° 108. 25 Juin 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. E. HOSPITALIER. 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Touage électrique dans les égouts de la ville de Paris. — Les invités auxquels la ville de Paris fait visiter la portion de ses égouts allant du Châtelet à la Madeleine en passant par la place de la Concorde, peuvent conserver de ces visites une *impression électrique* entièrement satisfaisante. Depuis quelque temps déjà, le parcours se fait du Châtelet à la Concorde par trains de wagonnets traînés par de petites locomotives électriques à accumulateurs; l'éclairage par arc et par incandescence est également installé en maints endroits et produit le meilleur effet. Mais le parcours par eau de la Concorde à la Madeleine et *vice versa* nécessitait autrefois une véritable armée d'égoutiers et revenait fort cher. Le 10 courant a été inauguré un système de touage électromagnétique, système de Bovet, qui a permis de réduire singulièrement le personnel autrefois nécessaire. Des essais faits précédemment, le 12 juin 1895, lors du passage des ingénieurs anglais à Paris, sur un appareil bien rudimentaire, avaient montré la possibilité du problème.

Les bateaux dits de visite, au nombre de six, sont rassemblés en un train à chacune des extrémités duquel se trouve un bateau à toueur électrique; le plus grand toueur se trouve du côté de la Concorde; il porte une batterie d'accumulateurs Fulmen de 60 éléments pouvant débiter 60 ampères pendant deux heures; un moteur de 6 chevaux à 580 tours sous 110 volts commande, par double rapport d'engrenage, l'arbre d'une poulie magnétique dont la gorge lisse est simplement munie d'une rainure pour recevoir la chaîne; cette chaîne non calibrée, fermant le circuit magnétique de la poulie, y est maintenue avec une adhérence que l'on peut faire varier par un rhéostat et rendre telle, qu'elle soit insuffisante, en cas d'à-coup inattendu; ce débrayage automatique est très utile à cause des bancs de sable. Un doigt de forme spéciale assure le décollage de la chaîne. Le petit toueur est analogue au grand, mais comme il redescend le courant, son moteur ne donne que 2,5 chevaux avec une vitesse de 1270 tours par minute. Le bruit a été réduit autant que possible par l'emploi de pignons en cuir.

Le toueur de queue, le plus petit, est réuni au toueur de tête par une ligne dont l'isolement a présenté de réelles difficultés, cette ligne étant immergée sur presque toute sa longueur; elle est constituée par des tubes Bergmann fixés contre les bateaux de visite, les tubes de deux bateaux consécutifs étant réunis par des câbles soigneusement isolés et munis à chacune de leurs extrémités de broches de connexion ave

joints étanches; cette ligne a été installée par M. Lévêque, qui est chargé de l'entretien et de la conduite des différents appareils dépendant du service des égouts.

Les accumulateurs sont chargés sous 220 volts (avec rhéostat) par le courant du secteur de la place Clichy à la Madeleine.

Par suite de la substitution du touage électrique à la traction humaine, on a pu restituer au curage des égouts cinquante-sept des hommes autrefois affectés à ce travail; de plus, les embarquements et débarquements de visiteurs se font d'une manière beaucoup plus régulière.

Cette installation de touage électrique est due à l'initiative de M. Legouez, ingénieur du service des égouts; les bateaux toueurs et leur partie électrique ont été exécutés et montés par la Compagnie de Fives-Lille. D. G.

La nouvelle station centrale de Barcelone. — L'*Elektrotechnische Zeitschrift* nous donne des renseignements intéressants sur la nouvelle station centrale de Barcelone. C'est l'*Elektricitäts Aktien-Gesellschaft*, autrefois Schuckert et Cie, qui est chargée de la construction de cette usine. Le concessionnaire est la Société générale catalane d'Électricité, qui a été organisée par les propriétaires des deux usines à gaz de Barcelone. D'après le projet, la distribution se fera à courants continus, à 3 fils et à la différence de potentiel de 2150 volts. Le fil neutre sera en cuivre nu et les deux câbles extérieurs sous plomb et armés. On a choisi la différence de potentiel de 150 volts, qui n'est pas ordinairement employée, en raison de la longueur extraordinaire des feeders, qui atteint en moyenne 1500 m et au maximum 3000 m. Le réseau sera établi pour 60000 lampes de 54 watts brûlant à la fois. La perte maxima dans les feeders atteindra 17 pour 100. Dans l'usine, on va installer une machine de 400 chevaux, 4 de 800 chevaux et une batterie d'accumulateurs de 300 chevaux. Pour alimenter ultérieurement un réseau de tramways, on a prévu également l'installation de 2 dynamos de 300 volts que l'on monterait en tension pour atteindre la différence de potentiel totale de 600 volts. Les dépenses pour la canalisation, feeders et réseaux de distribution, se sont élevées à 1975200 fr. L'espace desservi a une largeur diamétrale de 3 km. Les dépenses totales de l'installation de l'usine ont été de 5925 millions de francs. M. Müller, l'ingénieur en chef de l'*Elektricitäts Aktien Gesellschaft*, a déclaré que l'installation d'une distribution à courants alternatifs aurait procuré une économie de 8 pour 100 seulement. Un chiffre aussi faible ne peut entrer en ligne de compte lorsqu'il s'agit d'une installation constituant une réserve aussi importante pour l'alimentation des tramways ou des circuits d'éclairage. J. L.

La nouvelle lumière d'Edison. — Les rayons X et le fluoroscope, dont on attribue à tort l'invention à Edison, puisque Röntgen avait signalé cette application dans son mémoire de décembre dernier, ont conduit Edison à réaliser une nouvelle lampe qui, d'après le *Scientific American*, serait la lampe de l'avenir. La nouvelle lumière est douce, on n'ajoute pas... et agréable, mais c'est tout comme, diffusive, ne produit pas de chaleur perceptible, ce qui indique que son économie n'est égalée par aucun autre illuminant.

Une des formes de la lampe nouvelle consiste en un tube oblong dans lequel on a fait un vide presque parfait : aux extrémités de ce tube sont scellés deux fils qui pénètrent à l'intérieur et se terminent par des petites plaques métalliques, dont l'une d'elles est inclinée pour distribuer les radiations sur le côté de l'ampoule.

La surface intérieure de cette ampoule est couverte d'une substance minérale granulée fondue sur le verre et très activement fluorescente lorsque le tube est relié à une bobine d'induction. La matière primitivement employée était du tungstate de calcium, mais le vide ne tenait pas. Aujourd'hui Edison fait usage d'une autre matière *tenue secrète* et supérieure au tungstate de calcium. Passons outre à la théorie un peu alambiquée qu'expose notre confrère pour dire un mot du rendement lumineux, ou plutôt de la consommation spécifique qui, toujours d'après ce même confrère, ne serait que de *trois dixièmes de watt par bougie*, au lieu de trois watts par bougie pour l'incandescence ordinaire et un demi-watt par bougie pour l'arc électrique. Ces résultats sont plus que superbes, mais ils demandent confirmation et indication plus précise que la *matière spéciale* dont les inventeurs usent et abusent trop souvent.

La lampe à arc Nowotny. — Voici du vieux-neuf qui nous vient d'Amérique. La *Nowotny Electric Company*, de Cincinnati, fait publier dans les journaux spéciaux américains une lampe à arc qui n'est pas autre chose que la reproduction fidèle de la bougie Jamin, avec son charbon articulé et son cadre directeur. Cette résurrection ne manquera pas d'amuser beaucoup M. Denayrouze, dont les efforts actuels tendent à perfectionner l'incandescence par le gaz à l'aide d'air insufflé par un moteur électrique. C'est égal, voir donner en 1896, en Amérique, comme le dernier cri de la nouveauté, une bougie complètement abandonnée en France depuis 1882, voilà qui n'est pas banal.

Le cuir électrique. — Le hasard nous a fait découvrir une bien ancienne invention actuellement affichée et en vente chez un de nos plus *select* chapeliers du quartier de la Madeleine. Comme exploitation de la bêtise humaine, rien ne nous a paru plus réussi, et nous ne résistons pas au désir de reproduire une partie du boniment.

« Conserver la vue toujours bonne, la rétablir en quelques « semaines si elle s'affaiblit, se préserver des migraines, des « éblouissements *au moyen de son chapeau*, c'est ce que cha- « cun peut obtenir par l'application sur le cuir de ses coif- « fures neuves ou déjà portées, des éléments X (*ici le nom de « l'inventeur en toutes lettres, mais pas de réclame*) (Breveté « S. G. D. G.), ayant le pôle positif à base d'or. »

Après ce préambule, vient un dessin représentant un bord intérieur de chapeau contre lequel sont appliquées, en contact direct avec le front, deux lames minces de la grandeur d'un verre de lorgnon, dont l'une ressemble à de la dorure et l'autre à de l'aluminium ou du zinc. Après ce dessin, le boniment continue :

« Par une loi physique connue, ces deux éléments produi- « sent (sous l'influence de l'acide contenu dans la moiteur « du front) un courant fermé et continuel, d'une extrême « faiblesse $\frac{1,38}{10\,000}$ ampères, calculé (*sic*) pour ne donner aucune « sensation, aucune gêne à celui qui le « porte... »

Le boniment continue sur ce ton pendant vingt lignes.

Faut-il en avoir une santé, comme dit l'autre, pour se moquer ainsi du public!

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Ajaccio (Corse). — *Éclairage.* — Cette ravissante station d'hiver, trop peu fréquentée des Français, va bientôt posséder une usine électrique. L'installation est faite par la maison Fabius Henrion; elle comprendra des alternateurs à 2700 volts avec transformateurs à 110 volts chez les abonnés, des machines à vapeur Buffaut et Robatel et des chaudières Niclause.

L'usine est située près de la gare, à la chapelle Sainte-Lucie, à l'extrémité d'Ajaccio; la canalisation est aérienne.

La Société anonyme pour l'éclairage électrique en Corse compte pouvoir fonctionner dans trois ou quatre mois avec un millier de lampes déjà souscrites; ajoutons que le prix de la lampe-an de 16 bougies a été fixé à 72 fr.

Alais. — *Éclairage.* — Grâce à l'activité qu'a déployée M. Ducommun, ces temps derniers, l'installation de la station centrale de cette ville se poursuit rapidement. Nous avons exposé la question et l'avons suivie depuis son origine (n°s 28, 29, 31, **1893**, p. 74, 98, 146; n° 59, **1894**, p. 255, n°s 78, 84, **1895**, p. 110, 254 et n° 100, **1896**, p. 75), nous n'y reviendrons pas; qu'il nous suffise de dire que les bâtiments de l'usine sont terminés, la façade principale, surmontée d'un superbe fronton portant les armes de la ville d'Alais, est sur le point d'être achevée. De loin la présence de la station centrale se signale par la présence d'une cheminée de 38 m de hauteur vers laquelle rayonnent tous les fils de distribution, elle produit le tirage sous deux chaudières à vapeur semi-tubulaires qui ne pèsent pas moins de 12 000 kg chacune, et dont une vient d'être installée.

Une voie ferrée de quelques mètres à peine relie l'usine à la gare, ce qui permet d'amener les machines et appareils au lieu même de l'installation, la même voie facilitera plus tard l'introduction économique des charbons chargés à quelques kilomètres de là, aux mines de Rochebelle, de Bessèges ou de la Grand-Combe. Profitant du bon marché exceptionnel de la houille qui peut être livrée dans l'usine à 15 ou 20 fr la tonne, la ville d'Alais jouira d'un éclairage aussi moderne qu'économique, ce qui aura probablement pour effet de faire disparaître de cette cité industrielle l'éclairage actuel, réalisé avec un gaz qui n'a rien de bien éclatant et que l'on paie cependant 0,35 fr le mètre cube.

La canalisation, qui est entièrement aérienne et à 3 fils, est posée à peu près en totalité; il ne reste plus qu'à faire les branchements et les installations particulières. Le nombre des abonnés qui ont déjà souscrit est tel que la puissance totale de la station centrale sera utilisée dès les premiers jours, l'éclairage public lui aussi absorbera une notable partie de la puissance, l'avenue de la Gare, les rues de l'Hôtel-de-Ville et d'Avéjan devant être éclairées par des lampes à arc et toutes les autres rues par des lampes à incandescence.

La Société concessionnaire pense en outre que les localités voisines, encouragées par l'exemple de la ville d'Alais, encore unique dans cette région où le charbon est en abondance, profiteront des avantages reconnus et s'adresseront à elle pour créer de nouvelles stations centrales d'énergie électrique, tel est aussi notre désir.

Douai (Nord). — *Traction électrique.* — Les études préparatoires du tramway électrique d'Aniche à Dorignies, traversant Douai dans toute sa largeur, vont être terminées d'ici peu. La ligne passera par Masny et aura une longueur de 16 km.

Nevers. — *Éclairage.* — Nos lecteurs savent (n° 83, **1895**, p. 231) que, par arrêté du 7 novembre 1895, pris en exécution d'un arrêt du Conseil d'État du 29 mars de la même année, M. le maire de Nevers dut retirer l'autorisation de poser des fils électriques en ville accordée à MM. Pécard frères en 1890 et 1891 par MM. Georges Lefebvre et Chevineau.

Pour compléter cette décision, M. le Maire demanda à M. le Préfet de rapporter les deux arrêtés préfectoraux en date des 22 mai 1891 et 5 octobre 1893, autorisant l'installation desdits fils sur les routes nationales 7 et 77 (rue du Commerce, de la Barre, Saint-Étienne, etc.). MM. Pécard frères se pourvurent contre l'arrêté de M. le maire de Nevers. En même temps celui-ci demanda à M. le Préfet de rapporter les arrêtés de MM. Lefebvre et Chevineau, spéciaux à la voirie urbaine.

M. le Préfet, non seulement ne crut pas devoir accéder à la demande de la municipalité, mais encore annula l'arrêté dans les termes ci-après :

« Le Préfet de la Nièvre,

« Considérant, etc.,

« Arrête :

« *Art.* 1er. — L'arrêté du maire de Nevers en date du 7 novembre 1895, rapportant les permissions de voirie données aux frères Pécard par les arrêtés précédents des 15 décembre 1890 et 7 janvier 1891, est annulé pour cause d'abus de pouvoir en ce qui concerne les rues et places où les permissionnaires en ont fait usage; *mais il est maintenu* pour les rues et places où aucun fil n'a encore été posé, c'est-à-dire où l'exercice de la permission n'a encore reçu aucun commencement d'exécution. »

Non satisfaits, par les restrictions apportées par le dernier paragraphe de l'arrêté ci-dessus, MM. Pécard se sont pourvus devant le Ministre.

M. le Maire, de son côté, en appelait également à M. le Ministre de l'intérieur. Il fallait bien sauvegarder les finances de la ville, compromises par l'autorisation donnée par MM. Lefebvre et Chevineau.

En effet, la ville était condamnée à payer à la Compagnie du gaz une annuité que l'on peut évaluer à 10 000 fr. et ce à dater de l'autorisation accordée à MM. Pécard jusqu'à l'expiration du fameux traité passé, sous M. Lhéritier, entre le gaz et la ville, indemnité qui atteindrait au total près de 300 000 fr.

M. le Ministre de l'intérieur répondit au pourvoi de M. le Maire par la décision suivante du 9 avril 1896 :

A M. Moret, avocat au Conseil d'État et à la Cour de Cassation.

« Monsieur, vous avez déféré à ma censure, au nom de la ville de Nevers, un arrêté en date du 18 janvier 1896, par lequel M. le Préfet de la Nièvre a annulé un arrêté du maire de cette ville du 7 novembre 1895, rapportant les permissions de voirie données aux sieurs Pécard par arrêtés municipaux des 15 décembre 1890 et 7 janvier 1891, en vue de l'établissement sur les rues et places dépendant de la voirie urbaine des fils destinés à la distribution de la lumière électrique.

« De leur côté, les sieurs Pécard m'ont saisi d'un recours tant contre l'arrêté municipal du 7 novembre 1895 que contre l'arrêté préfectoral du 18 janvier 1896.

« J'ai l'honneur de vous faire connaître qu'après examen de l'affaire, j'ai adressé à M. le Préfet de la Nièvre des instructions l'invitant à rapporter sa décision du 11 janvier 1896. La décision que ce fonctionnaire devra prendre ensuite de ces instructions aura pour résultat de faire revivre l'arrêté municipal du 7 novembre 1895 avec toutes ses conséquences, c'est-à-dire de mettre fin à l'entreprise des sieurs Pécard. »

Comme conséquence de la décision ministérielle, M. le Préfet dut annuler son arrêté du 18 janvier; par un nouvel arrêté en date du 22 mai 1896, dont nous ne reproduisons que les trois articles caractéristiques :

« *Art.* 1er. — Les sieurs Pécard frères sont mis en demeure d'avoir à enlever, dans un délai de deux mois, à dater de la notification du présent arrêté, tous les fils, poteaux, consoles, appuis, etc., qu'ils ont fait placer le long et en travers des routes nationales n°s 7 et 77 dans la traverse de Nevers, pour l'éclairage de cette ville.

« *Art.* 2. — Faute d'avoir procédé à cet enlèvement dans le délai prescrit, il sera dressé procès-verbal contre les sieurs Pécard frères pour contravention à la police de la grande voirie.

« *Art.* 3. — Ampliation du présent arrêté sera adressée à M. le Maire, à Nevers, à MM. Pécard et à M. l'Ingénieur en chef du département. »

On peut compter que l'éclairage de Nevers par l'électricité

ne sera pas supprimé ni même interrompu par suite des diverses décisions que nous reproduisons ci-dessus.

En effet, au cours d'une des séances du Conseil municipal de février ou de mars, M. le Maire a fait connaître qu'il avait déjà engagé des pourparlers avec la Compagnie du gaz en vue d'obtenir une transaction qui, — tout en donnant à cette administration la satisfaction à laquelle elle a droit de par le traité Lhéritier — et que lui reconnait le Conseil d'État, — sauvegarderait les intérêts financiers de la ville de Nevers et aussi, dans la mesure du possible, ceux des industriels qui ont installé l'usine qui produit aujourd'hui l'énergie électrique.

Oran. — *Traction électrique.* — Après s'être occupé sans résultat, il est vrai, de l'éclairage électrique de cette ville (nos 81 et 92, **1895**, p. 185 et 447), la municipalité, ainsi que nous le faisions prévoir dans un précédent article, va donner suite au projet de traction électrique, projet qui amènera probablement la solution de la question de l'éclairage toujours pendante.

Nous apprenons en effet qu'un avant-projet des tramways électriques remis au maire par M. Briant, ingénieur de la maison Fayes, a été transmis à la préfecture pour être envoyé à M. le Ministre des travaux publics, conformément aux dispositions du décret du 18 mai 1881. Le tracé projeté n'a fait l'objet que d'une seule modification; le Conseil municipal avait laissé la faculté à M. Fayes d'établir sa ligne de la marine, soit dans la rue d'Orléans, soit dans la rue Charles-Quint.

Devant l'impossibilité d'installer la voie dans la rue d'Orléans, à cause des trop grandes déclivités et de la courbe de la Douane, le concessionnaire a choisi la rue Charles-Quint.

Le réseau se trouvera ainsi établi :

1re *ligne*. — Quai de la Douane, rue Charles-Quint, boulevard Malakoff, rue des Jardins et place d'Armes;

2e *ligne*. — Place d'Armes, boulevard Séguin, boulevard National et route de Tlemcen jusqu'à l'École normale;

3e *ligne*. — Place d'Armes, boulevard National, boulevard Sébastopol, boulevard d'Iéna, jusqu'aux portes de Valmy;

4e *ligne*. — Place d'Armes, boulevard Séguin, boulevard Magenta, boulevard Marceau jusqu'à la gare;

5e *ligne*. — Place d'Armes, boulevard Séguin, route de Mostaganem jusqu'à « Ma Campagne »;

6e *ligne*. — Place d'Armes, boulevard Séguin, rue d'Arzew jusqu'à l'avenue Gambetta.

Ces itinéraires pourront être changés d'un commun accord au moment des projets définitifs, si le besoin en est reconnu.

Nous croyons savoir que M. Coutures va pousser activement l'instruction de ce projet. Il espère qu'on pourra inaugurer les premières lignes au 1er janvier prochain, car M. Fayes n'attendra pas en effet le décret déclaratif d'utilité publique pour commencer les travaux. Il compte les inaugurer aussitôt après les premières enquêtes à ses risques et périls.

Nous espérons que les administrations publiques qui doivent être consultées apporteront de l'empressement à donner leur avis très favorable à la réalisation de cet important projet.

Paramé (Ille-et-Vilaine). — *Inauguration de l'éclairage.* — En projet depuis longtemps déjà (nos 81 et 90, **1895**, p. 185 et 399), l'éclairage électrique de cette ville vient de fonctionner pour la première fois. L'installation provisoire de l'usine est terminée et dès maintenant un certain nombre d'abonnés sont éclairés, mais hâtons-nous d'ajouter que le service ne fonctionnera intégralement que dans quelque temps.

ÉTRANGER

Lugano (Suisse). — *Traction électrique.* — La maison Brown Boveri est actuellement en voie de procéder, à Lugano, à l'installation d'un transport d'énergie électrique pour actionner un tramway électrique en se servant de courants polyphasés, les essais ont donné de bons résultats.

L'usine génératrice est située près de Maroggia, à 12 km de distance de Lugano; elle utilise la force motrice hydraulique du torrent de Arogno. Une génératrice à courants triphasés d'une puissance de 150 chevaux est actionnée par une turbine de 300 chevaux; cette puissance a été adoptée pour permettre l'addition d'une seconde génératrice dans un avenir prochain. La fréquence est de 80 périodes par seconde, l'excitatrice est calée sur l'arbre même de l'alternateur.

La tension est de 5000 volts au départ, des transformateurs l'abaissent à 400 volts à Lugano afin de pouvoir alimenter la ligne aérienne du tramway. Les voitures emploient un double trolley, les rails forment le troisième conducteur du système à courants triphasés.

L'emploi des courants triphasés procure les avantages suivants :

Il permet d'utiliser dans de bonnes conditions économiques une chute d'eau tandis que le charbon est très cher à Lugano. Les moteurs de la voiture ne portent aucun collecteur; or on sait que cet organe est la partie la plus faible des moteurs, celle qui cause le plus d'accidents et demande le plus de réparations. La vitesse des voitures reste constante quelle que soit la charge, la rampe ou la pente. La consommation de courant varie seulement en conséquence, enfin par suite de l'emploi de courants alternatifs les corrosions électrolytiques sont complètement évitées.

Merseburg (Allemagne). — *Traction électrique.* — Nous apprenons qu'un ingénieur vient de déposer un projet de tramways à traction électrique destiné à relier Merseburg à Leipzig. Cette ligne nécessiterait pour son installation environ 40 000 fr et desservirait les nombreuses localités situées sur son parcours. Aussi aura-t-on recours avant l'adoption du projet à un vote général d'adhésion et de participation dans les frais d'installation dans des mesures proportionnelles à l'importance des localités desservies.

Nurenberg (Allemagne). — *Traction électrique.* — Les premiers travaux d'installation d'une ligne de tramways à traction électrique ont été commencés le mois dernier. La longueur totale de la ligne sera de 12 km. Les voitures seront animées d'une vitesse de 12 km par heure et se suivront à cinq minutes d'intervalle.

Le courant sera distribué sur la ligne par des conducteurs aériens situés à une hauteur de 5,75 m au-dessus de la voie.

La station centrale destinée à alimenter le réseau est déjà presque achevée et comprend 3 machines compound actionnant 3 dynamos permettant de disposer de 432 kilowatts.

La ligne sera desservie par 25 voitures automotrices pouvant contenir chacune 34 voyageurs et possédant chacune deux moteurs de 25 chevaux et 6 autres voitures de 28 voyageurs à un seul moteur de 25 chevaux.

Spandau (Allemagne). — *Traction électrique.* — La Compagnie des tramways électriques de Spandau s'est réunie dernièrement dans le but d'établir une double ligne de tramways électriques de Spandau à Plotzence *viâ* Westend et une autre ligne Spandau-Haschorst-Plotzence-Moabit. La station de Spandau qui fournit le courant aux tramways de la ville sera agrandie et munie de nouvelles machines qui lui permettront d'alimenter les nouvelles lignes.

La concession est accordée à MM. Schuckert et Cie de Nuremberg; les frais sont évalués à 625 000 fr. Le contrat stipule que les nouvelles lignes devront pouvoir être mises en exploitation dans le courant de l'année.

LORD KELVIN

Ils sont en bien petit nombre ceux auxquels est réservé
L'honneur d'entrer vivants dans l'immortalité,

et dans ce petit nombre figurera aux premiers rangs le savant illustre que vient de fêter l'Université de Glasgow à l'occasion du cinquantenaire de l'entrée dans l'enseignement du professeur Thomson, de sir William, de Lord Kelvin of Largs.

Tous les corps savants du monde entier ont tenu, à l'occasion de ce cinquantenaire, à être représentés; toutes les illustrations scientifiques actuelles se sont trouvées réunies à Glasgow à l'occasion de ce jubilé sans précédent, où la France était représentée par MM. Lippmann, Mascart, Moissan, Picard et Violle.

La ville de Glasgow a tenu à rendre au savant illustre un hommage solennel qui couronne, en quelque sorte, les nombreux honneurs déjà reçus par le professeur Thomson depuis que ses travaux ont popularisé son nom dans les milieux scientifiques : créé knight (chevalier) en 1866, il fut élevé à la pairie en janvier 1892; sir William Thomson devint Lord Kelvin. Il est membre associé de l'Académie des sciences, grand officier de la Légion d'honneur, chevalier de l'Ordre pour le mérite en Allemagne, commandeur de l'Ordre de Léopold en Belgique et membre honoraire d'une foule de Sociétés savantes.

Au moment où prennent fin ces fêtes internationales de la science, il nous paraît intéressant de rappeler à grands traits la vie toute de travail du célèbre physicien.

Né à Belfast le 25 juin 1824, le jeune Thomson suivit dès l'âge de onze ans les cours de l'Université de Glasgow où son père James Thomson occupait la chaire de mathématique. Il termina ses études à Saint Peter's College, à Cambridge et publia ses premières recherches mathématiques originales à dix-sept ans. A vingt-deux ans, il était nommé professeur de *Natural Philosophy* (physique) à l'Université de Glasgow et a toujours, depuis, conservé le titre et la fonction, en dépit des offres tentantes que lui firent à diverses reprises les autres Universités de la Grande-Bretagne. N'oublions pas qu'il passa une année à Paris dans le laboratoire de Regnault et qu'il collabora à cette époque, en 1845, au *Journal de mathématiques de Liouville*, dans lequel il publia des mémoires sur les lois de l'électricité statique, sur les images électriques à la suite desquels il fut conduit à créer le premier électromètre d'une série aujourd'hui nombreuse et d'un emploi universel.

Un numéro entier ne suffirait pas à la seule énumération des mémoires théoriques écrits par Lord Kelvin, des instruments scientifiques et des appareils industriels dus à son génie inventif. Nous choisirons, à titre d'exemple, trois branches des sciences appliquées qui lui doivent le plus : la télégraphie sous-marine, la navigation et les mesures électriques.

On peut dire sans exagération que la *télégraphie sous-marine* est l'œuvre entière de Lord Kelvin. C'est en 1855 que la théorie mathématique de la vitesse de transmission des signaux à travers les câbles sous-marins fut présentée à la Société royale de Londres, et c'est en 1857 que le professeur Thomson inventa le galvanomètre à miroir employé sur le premier câble posé dans l'Atlantique en 1858. Un an après la pose du câble de 1866, sir William Thomson prenait le premier brevet du siphon-recorder et le perfectionna pendant trois années : c'est lui qui sert aujourd'hui exclusivement à la transmission à travers les câbles sous-marins, longs ou courts, avec ou sans le concours de l'automatic curb sender, transmetteur automatique qui permet de faire passer la rapidité de transmission d'un câble donné par le maximum limité par ses conditions d'établissement : longueur, résistance, capacité, isolement.

Les services rendus à la *navigation* ne sont pas moins importants. On doit à Lord Kelvin l'étude complète des variations du compas et les moyens de les corriger, une boussole adoptée aujourd'hui par toutes les marines de guerre et de commerce du monde entier, et une sonde marine qui permet d'atteindre les plus grandes profondeurs, sans parler d'un grand nombre d'inventions moins importantes, mais non moins utiles.

Les *appareils de mesure* créés par Lord Kelvin sont innombrables : électromètres à quadrants, électromètres absolus, électromètres industriels, électrodynamomètres, wattmètres pour courants alternatifs ou continus, compteurs d'énergie, depuis les instruments de la plus haute précision jusqu'aux simples indicateurs sont répandus aujourd'hui dans tous les laboratoires scientifiques ou industriels et dans toutes les usines électriques.

La caractéristique de l'œuvre de Lord Kelvin est que, toujours, les spéculations théoriques les plus élevées, les calculs mathématiques les plus abstraits l'ont conduit à la réalisation d'appareils d'une merveilleuse simplicité dont chacun d'eux a été le point de départ d'un progrès industriel important, quelquefois même un véritable bienfait social.

En offrant à Lord Kelvin, à l'occasion du jubilé de Glasgow, le modeste hommage de notre profonde admiration, nous tenons à déclarer combien l'industrie électrique que nous défendons lui doit de reconnaissance pour les progrès réalisés depuis un demi-siècle, grâce à ses immortels travaux.

L'histoire impartiale conservera toujours le souvenir des conquêtes scientifiques d'un Newton, d'un Ampère, d'un Faraday et d'un Lord Kelvin, alors que les plus belles conquêtes guerrières seront tombées dans l'indifférence et l'oubli.

Hors la vérité, tout n'est que vanité. Heureux ceux qui passent leur vie à la recherche de cette vérité, et y réussissent comme Lord Kelvin! É. HOSPITALIER.

ALTERNATEURS A INDUCTEURS ET INDUIT FIXES

NOUVEAU TYPE D'ALTERNATEUR DES ATELIERS DE CONSTRUCTION D'OERLIKON

Dans les générateurs à courants alternatifs à inducteurs et induit fixes, les variations de flux dans les bobines induites sont produites par la rotation d'armatures qui ferment périodiquement, à travers ces bobines, le circuit magnétique des bobines inductrices. La force magnétomotrice $\mathcal{F}$ des bobines inductrices étant constante et la résistance magnétique ou réluctance $\mathcal{R}$ du circuit magnétique sur lequel est enroulée chaque bobine induite passant d'une valeur très grande lorsque le circuit magnétique se ferme dans l'air, à une valeur très faible lorsqu'il se ferme par l'armature, il s'ensuit pour le flux de force $\Phi = \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{R}}$ une variation correspondante. De là, la variation de réluctance étant le principe même de ces machines, le nom d'alternateurs à réluctance variable par lequel on les désigne souvent.

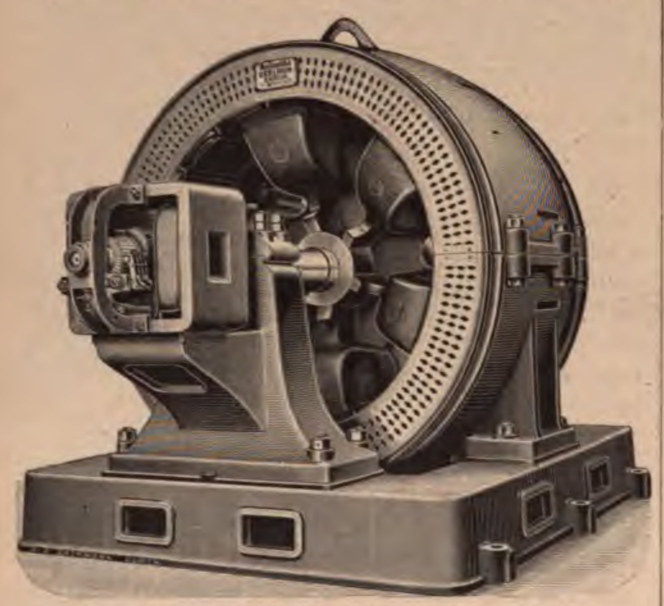


Fig. 1. — Alternateur de 70 chevaux avec inducteur et induit fixes.

Ces machines présentent donc la particularité très intéressante de n'avoir aucun fil ni enroulement, et par conséquent ni bagues de prise de courant, ni collecteur d'aucune sorte sur la partie mobile. La surveillance que ces derniers organes demandent toujours est ainsi évitée.

La construction de cette partie mobile, étant purement mécanique, peut se faire dans d'excellentes conditions et avec grand soin. La vitesse périphérique peut sans inconvénients être assez élevée; on n'a pas en effet à craindre, comme dans beaucoup d'autres machines, pour la sécurité des enroulements.

Les bobines inductrices et les bobines induites, étant logées dans la partie fixe du générateur, peuvent être isolées avec soin et il est presque impossible qu'elles se détériorent.

Toutes ces dispositions paraissent particulièrement avantageuses pour la construction de machines de grande puissance et à potentiel élevé.

Les premiers types industriels de ces machines n'ont pourtant pas donné des résultats bien satisfaisants. La machine de Klimenko, qui figurait à l'Exposition de Vienne de 1883, consommait plus d'énergie à vide qu'en pleine charge, et encore tout récemment, la machine de Kingdon, qui figurait à l'Exposition de Francfort en 1891, donnait à pleine charge une chute de tension considérable.

Les autres machines de ce genre les plus connues, celles de E. Thomson, Wahle, Kennedy et Mordey ne paraissent pas avoir donné des résultats industriels suffisants pour faire l'objet d'une fabrication courante.

Depuis peu de temps, quelques constructeurs, et particulièrement les ateliers d'Oerlikon, en Suisse, construisent couramment des machines à courants alternatifs de ce genre.

Des essais que nous avons faits sur des génératrices à courants triphasés d'Oerlikon, ont attiré notre attention sur ces machines qu'il nous a paru intéressant de décrire ici.



Fig. 2. — Partie mobile d'un alternateur de 70 chevaux.

Les ateliers de construction d'Oerlikon projetaient, déjà en mai 1894, la construction sur ce principe des 16 grandes machines de 840 chevaux, à 55 tours par minute qui seront installées à Rheinfelden. La première de ces machines est maintenant en construction. Une première machine de 100 chevaux était terminée en juillet 1894, et la marche en ayant été satisfaisante à tous les points de vue, la construction courante de ces machines était entreprise.

La construction de l'ancien modèle d'alternateur, type Brown, avec inducteur tournant, à une seule bobine inductrice a même été complètement abandonnée, et depuis ce moment, 25 générateurs à courants alternatifs du nouveau modèle à enroulements fixes d'une puissance de

2265 chevaux sont déjà livrées et 47 autres d'une puissance de 14 870 chevaux sont en construction.

Les nouveaux alternateurs à enroulements fixes des ateliers d'Oerlikon sont à induit et inducteurs du type polaire, et à une seule bobine inductrice. Ces machines se composent d'une couronne extérieure en acier coulé, formant carcasse, divisée en deux parties (fig. 1 et 3) : la demi-couronne inférieure reliée au bâti ; la demi-couronne supérieure pouvant s'enlever. Cette couronne porte des ouvertures pour faciliter le refroidissement et, c'est à l'intérieur au milieu et suivant un plan perpendiculaire à l'axe que vient se placer l'unique bobine inductrice dont le support de bronze est maintenu par des encoches ménagées à cet effet. De chaque côté de la bobine inductrice est ajusté, à l'intérieur de la carcasse, un anneau de fer doux laminé terminé par deux plaques de bronze et dont la partie intérieure porte près de la surface des évidements, pour le logement de l'enroulement induit. Une fente étroite prolonge ces évidements jusqu'à la surface intérieure et facilite l'enroulement, tout en laissant à peu près continue la surface de fer doux présentée à la partie mobile.

Les bobines induites préparées d'avance sur un mandrin sont introduites dans les rainures et fixées solidement au moyen de cales de bois faisant coin placées à chaque extrémité. Les bobines à haute tension sont isolées d'après une méthode employée déjà par les ateliers d'Oerlikon pour leurs anciennes machines, et dans laquelle

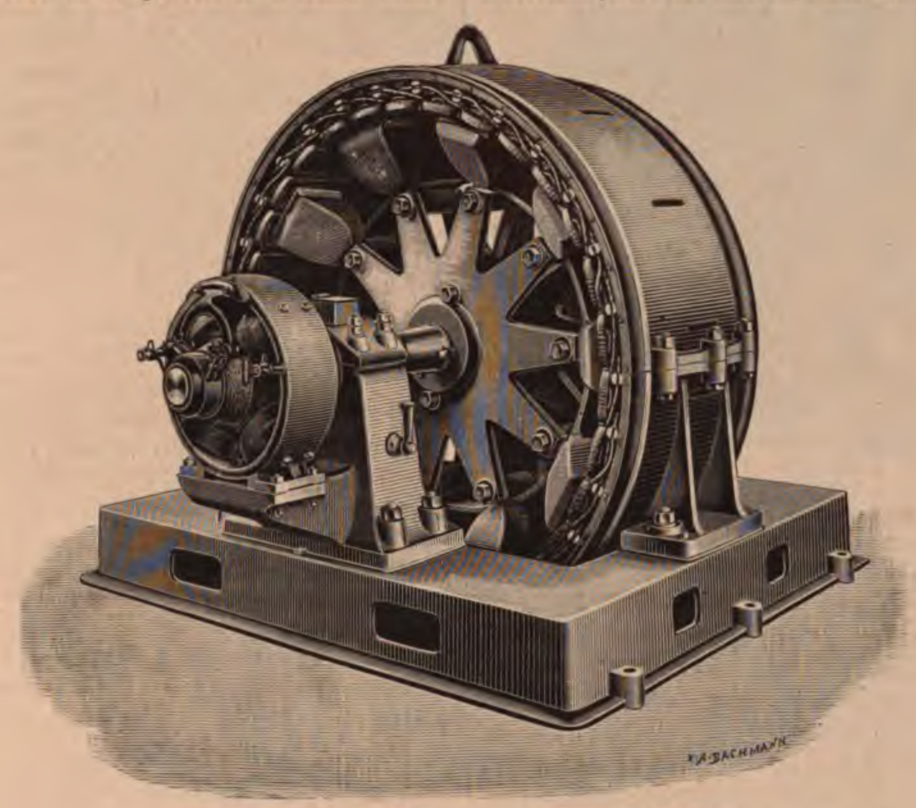


Fig. 3. — Alternateur de 300 chevaux avec inducteurs et induit fixes.

on fait usage du mica, le meilleur des isolants inorganiques connus. Cette méthode a donné jusqu'à ce jour les meilleurs résultats, et, sur 122 machines de 30 à 800 chevaux, dont 15 marchent à des tensions de 5000 à 5500 volts et ne présentant pas moins de 2145 bobines, 3 bobines seulement ont été détériorées et encore à cause d'un coup de foudre sur le bâtiment de la station génératrice. Contrairement à ce qui a lieu dans les méthodes actuelles de bobinage, l'enroulement à haute tension est disposé de façon que l'une quelconque des bobines puisse facilement être enlevée et remise en place. Un outillage construit spécialement dans ce but permet d'effectuer cette opération en très peu de temps.

Les extrémités de l'enroulement à haute tension aboutissent à des bornes de prise de courant placées à la partie inférieure du bâti de la machine où elles sont inaccessibles pour des tierces personnes.

La partie mobile est une armature dentée en une ou plusieurs pièces venues de fonte (généralement acier coulé) ayant la forme d'un volant et représentée d'une façon très claire figures 2 et 4. Dans les grandes machines (fig. 4), la partie intérieure est une roue en fonte dont les rayons supportent la couronne d'acier extérieure. La partie de l'armature qui se trouve en regard des bobines induites est composée sur une certaine épaisseur de fer laminé pour éviter les courants de Foucault.

La partie tournante ne porte absolument rien qui, avec le temps et par suite du mouvement continuel, puisse se détériorer, et elle peut recevoir une grande vitesse périphérique. Le mouvement de cette pièce donne en raison

de sa forme une très bonne ventilation à l'intérieur de la machine, ce qui facilite le refroidissement.

L'arbre est en acier, les portées trempées et meulées. Les paliers sont à graissage à bague. La partie mobile résiste à une vitesse égale au double de la vitese de marche. — L'enveloppe qui est en deux parties permet un montage facile de la machine. L'excitatrice est portée sur le côté par l'un des paliers (fig. 1 et 3) et l'induit est fixé à l'extrémité de l'arbre. L'excitation se fait généralement sous 50 volts. La bobine inductrice est montée de

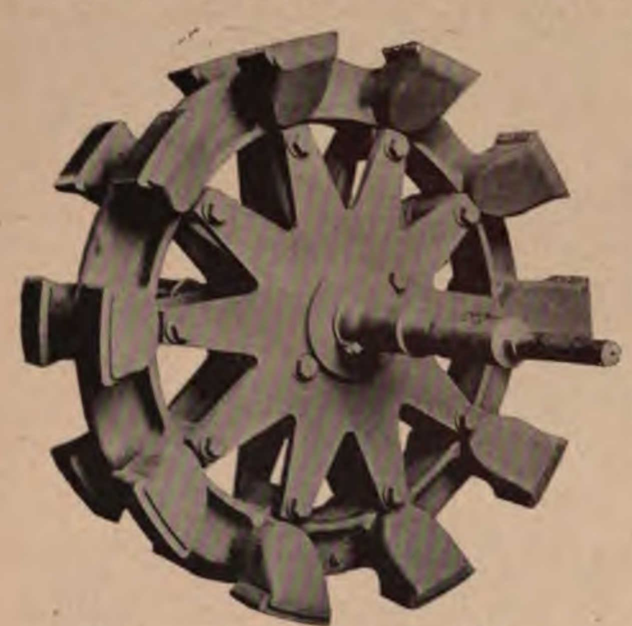


Fig. 4. — Partie mobile d'un alternateur de 300 chevaux.

telle façon que quelques heures suffisent pour l'enlever et la remettre en place ou la remplacer si cela est nécessaire. La dépense d'excitation est très faible, malgré les inductions assez élevées admises dans ces machines.

Il est à remarquer que les inconvénients signalés pour l'emploi d'une seule bobine d'excitation placée sur un inducteur tournant comme dans l'ancien type d'alternateurs d'Oerlikon ne peuvent s'appliquer aux machines du nouveau type à enroulements fixes. La mise hors service de l'alternateur produite par un court circuit de la bobine d'excitation ne peut se produire ici. Ce court circuit total ou partiel signalé pour quelques machines à inducteur tournant avait sa cause dans le mouvement même de la bobine qui donnait lieu à une usure de l'isolant par frottement des spires entre elles.

Les résultats auxquels sont arrivés les ateliers d'Oerlikon, grâce à une construction précise et soignée dans laquelle il est tenu compte de tous les enseignements d'une longue expérience, sont très satisfaisants. Ces machines se distinguent au point de vue électrique par un rendement industriel élevé, une bonne auto-régulation de la tension et la possibilité d'obtenir facilement un bon isolement.

Le rendement élevé est une conséquence de la très petite dépense d'excitation, moins de 1 pour 100 pour les machines un peu puissantes, de la perte très faible dans l'enroulement induit, ainsi que des pertes d'énergie très réduites par hystérésis et courants de Foucault, grâce à ce que les variations de flux, causes de ces pertes, ne se produisent que pour le plus petit volume possible de fer, qui est alors soigneusement divisé, non pas seulement en regard des expansions polaires, mais aussi sur ces expansions mêmes, contrairement à ce qui a lieu dans beaucoup de machines où ces pièces laissées massives sont la cause de pertes assez fortes, surtout lorsque les machines travaillent à pleine charge.

La possibilité d'adopter de grandes vitesses périphériques permet de donner à ces machines un grand développement dans le sens radial et de combiner un circuit magnétique court, avec de grosses masses de fer. Par cette disposition, on obtient, avec une perte très faible par dérivations magnétiques, un champ très intense, ce qui est une des conditions principales pour l'obtention d'un bon réglage dans des conditions variables de charge.

La différence de tension entre la marche à vide et la marche à pleine charge, à vitesse constante et sans aucun réglage à la machine, ne dépasse pas 15 pour 100 dans le cas d'alimentation de moteurs dans les conditions les plus défavorables, et 5 pour 100 dans le cas d'alimentation de lampes. Les ateliers d'Oerlikon adjoignent d'ailleurs à ces génératrices, lorsque c'est nécessaire, des régulateurs automatiques de tension agissant sur l'excitation.

Ces machines se construisent pour courants alternatifs simples jusqu'à 7500 volts et pour courants triphasés jusqu'à 7500 volts composés.

Ces générateurs peuvent marcher comme moteurs synchrones, comme alternateurs simples pour distribution de lumière, ou comme alternateurs triphasés pour distribution de force motrice.

Nous donnons ci-dessous, à titre de renseignements, quelques données de construction d'une génératrice à courants triphasés de 300 chevaux.

GÉNÉRATRICE A COURANTS ALTERNATIFS TRIPHASÉS
A ENROULEMENTS FIXES, DE 300 CHEVAUX

Différence de potentiel utile par phase	3 000	volts.
— composée	5 200	volts.
Intensité maxima	25,5	ampères.
Puissance utile maxima ($\cos \varphi = 0,85$ environ)	200	kilowatts.
Vitesse angulaire	250	tours par minute.
Fréquence	42	périodes par seconde.
Nombre d'expansions polaires sur chaque couronne	10	
Nombre total de bobines induites	60	
Diamètre du fil induit	3,4	millimètres.
Résistance du fil induit par phase	1,32	ohms.
Diamètre du fil bobine d'excitation	5,5	millimètres.
Résistance —	1,62	ohms.
Courant d'excitation à pleine charge	30	ampères.
Induction dans le fer des bobines induites	14 000	gauss.
Perte dans l'excitation à pleine charge	1 500	watts.
	0,75	pour 100.
Perte dans l'induit à pleine charge	2 400	watts.
	1,2	pour 100.
Rendement industriel à pleine charge	92	—
Poids de la machine avec excitatrice	16	tonnes.

P. GASNIER.

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE
A COURANTS ALTERNATIFS
DE LA *GENERAL ELECTRIC Cº* DE SCHENECTADY (E. U.)
ET SES APPLICATIONS

(SUITE[1].)

Transformateurs rotatifs ou *Convertisseurs*. — Cette importante classe d'appareils imaginés, il y a quelques années, par M. Bradley, permet d'utiliser pour la traction des tramways, les opérations électrolytiques et de nombreuses applications chimiques, les courants transportés économiquement sous forme alternative.

Toute machine à courant continu peut servir de transformateur rotatif d'un type polyphasé quelconque ; il suffit de faire sur l'induit des prises en des points équidistants en nombre voulu et de les relier à autant de bagues collectrices indépendantes. Naturellement la fréquence des courants alternatifs doit être directement proportionnelle à la vitesse angulaire de la dynamo et au nombre de ses paires de pôles.

La *General Electric Company* a ainsi établi et installé des transformateurs rotatifs di- et triphasés. L'un, triphasé, actionne un tramway de ville qui fonctionne sous 550 volts à courant continu ; les transformateurs ont chacun une puissance 400 kw ; ils présentent huit pôles et tournent à la vitesse angulaire de 500 tours par minute. L'autre, diphasé, est utilisé par la « Pittsburg Reduction Company » aux chutes du Niagara. Les courants diphasés sont envoyés sous 2000 volts à l'usine réceptrice située à peu de distance, où la différence de potentiel est réduite à 110 volts par des transformateurs alternatifs fixes. Ce courant diphasé alimente le transformateur rotatif à courant continu qui donne à son commutateur une différence de potentiel de $110 \times \sqrt{2} = 155$ volts. Ces transformateurs rotatifs, de 400 kw chacun, ont 20 pôles, soit 10 champs, et tournent à la vitesse angulaire de 150 tours par minute, correspondant à 25 périodes par seconde. Les rapports des tensions entre les courants continus et polyphasés sont respectivement de $1 : \frac{1}{\sqrt{3}}$ ou $1 : 0,577$ pour les triphasés, et de $1 : \frac{1}{\sqrt{2}}$ ou $1 : 0,708$ pour les diphasés.

Les transformateurs sont à auto-excitation. Au démarrage un transformateur rotatif ou, en réalité, un moteur synchrone quelconque n'est pas tout d'abord excité. On n'applique l'excitation qu'après réalisation du synchronisme ; l'induit fournit, dans l'intervalle, une réaction d'induit suffisante pour donner le couple nécessaire de démarrage. Même à charge constante, on peut à volonté modifier notablement l'intensité du courant reçu par le moteur synchrone ou le transformateur rotatif, en faisant varier l'excitation, puisqu'on est à même de produire dans les lignes un courant décalé en avance ou en retard. Un courant en avance augmente l'aimantation du générateur et tend à désaimanter le transformateur : un courant en retard produit l'effet contraire. Si les transformateurs sont suffisamment compoundés pour avoir toujours une f. c. é. m. supérieure à la f. é. m., le courant dans la ligne est en avance et, par suite, augmente l'aimantation des générateurs. On a là un moyen de compounder les générateurs par la réaction d'induit, sans excitation en série.

(1) Voy. *L'Industrie électrique* du 10 juin 1896, nº 107, p. 247.

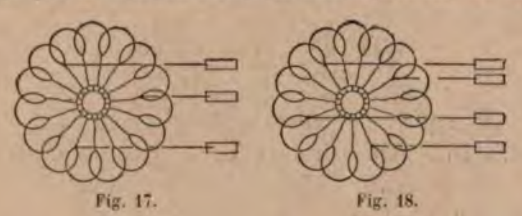


Fig. 17. Fig. 18.

Les figures 17 et 18 montrent comment se font les connexions aux induits des transformateurs tri- et diphasés.

Systèmes alternatifs. — La *General Electric Company* applique surtout les systèmes triphasé et mono-cyclique ; elle n'emploie que dans des cas spéciaux le système diphasé. Le système triphasé, indiqué pour les transports à très haut potentiel et à grande distance et surtout pour l'alimentation de moteurs, a sur les courants alternatifs simples le grand avantage d'économiser 25 pour 100 de cuivre. Tous ses alternateurs triphasés sont établis pour une fréquence de 60 périodes par seconde. Ils sont de préférence enroulés en vue du potentiel de la ligne, quand celle-ci est courte, et reliés alors à des transformateurs élévateurs de tension. Les types normaux sont actuellement enroulés pour 1150, 2300 et 3450 volts, sans préjudice de plus hautes tensions dans des cas particuliers.

Dans la distribution de la puissance triphasée ou pour l'élévation du potentiel, on peut employer deux ou trois transformateurs. Si l'on en applique deux, on les relie en série entre les conducteurs principaux, de manière à avoir un de ces conducteurs de chaque côté de l'ensemble, comme l'indique la figure 19.

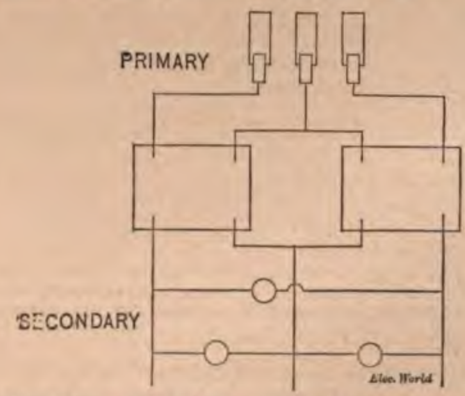


Fig. 19. — PRIMARY = primaire. — SECONDARY = secondaire.

On emploie cependant de préférence trois transforma-

teurs, de manière à pouvoir faire fonctionner l'installation avec deux seulement, si l'un vient à être endommagé par la foudre ou autrement.

Le système triphasé peut actionner des moteurs synchrones aussi bien que des moteurs d'induction. Si les premiers ont les inconvénients connus, et entre autres un faible couple au démarrage, ils ne présentent pas, par contre, de courants improductifs et, par suite, ne chargent pas inutilement les générateurs et la ligne. De 50 à 1000 kw, les alternateurs, de mêmes dimensions, sont indifféremment employés comme générateurs et comme moteurs synchrones.

Moteurs d'induction. — Ces moteurs démarrent sous une charge quelconque dans les limites de celle en vue de laquelle ils sont construits et développent au démarrage un couple supérieur de 50 pour 100 à celui de leur pleine charge en absorbant un courant proportionnel. Ces moteurs se font avec ou sans résistance extérieure dans l'induit mobile. Les avantages de cette résistance sont évidents, puisque le couple au démarrage, la constance de la vitesse angulaire et le rendement en dépendent. Si le moteur est étudié sans résistance spéciale de démarrage, mais avec une résistance d'induit calculée de manière à lui faire développer au démarrage un couple double de celui de pleine charge, son rendement est faible et sa vitesse angulaire notablement réduite. Si, au contraire, l'induit comporte une résistance de démarrage susceptible d'être retirée du circuit une fois le moteur lancé, on a,

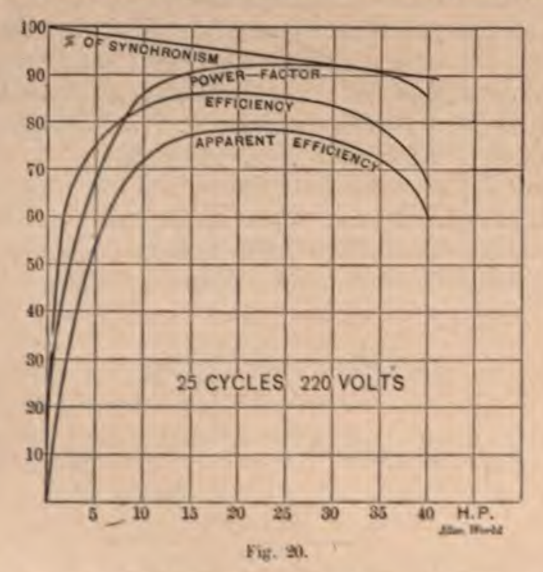


Fig. 20.

Fig. 20, 21, 22. — % OF SYNCHRONISM = pour 100 du synchronisme. — POWER FACTOR = facteur de puissance. — EFFICIENCY = rendement. — APPARENT EFFICIENCY = rendement apparent. — CYCLES = périodes par seconde.

outre les avantages ci-dessus indiqués au démarrage, un très bon rendement et de très faibles modifications de vitesse sous charge variable. Le courant d'excitation de ces moteurs, c'est-à-dire le courant qu'ils prennent à faible charge, est égal à 25 ou 50 pour 100 de celui de pleine charge; mais comme alors le facteur de puissance est très faible, 10 à 15 pour 100, ce courant correspond à une dépense de puissance à peine sensible.

Le système inducteur et l'enroulement d'induit de ces moteurs sont d'une extrême simplicité. Les rainures en sont ouvertes de manière à réduire le plus possible la self-induction, et les bobines enroulées mécaniquement y sont introduites tout d'une pièce après isolement convenable.

Le grand avantage des moteurs d'induction consiste, comme on sait, dans l'absence de tout contact mobile, ce

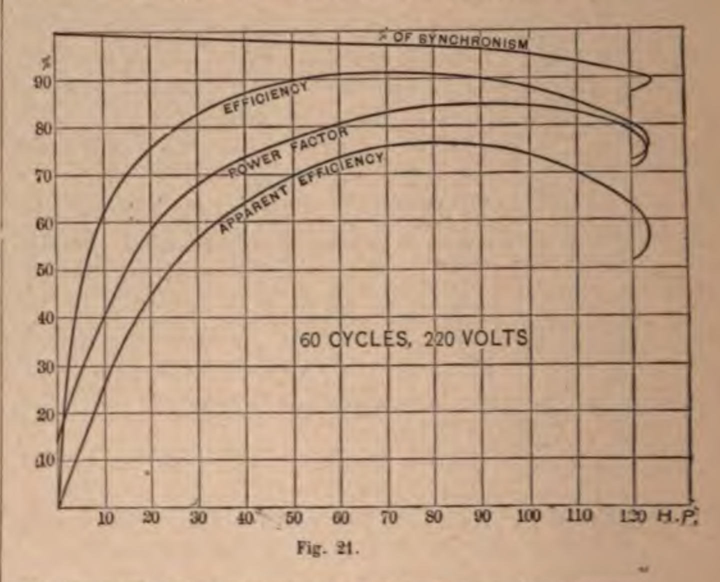


Fig. 21.

qui les rend très précieux au point de vue des risque d'incendie partout où un collecteur quelconque ne serait pas admis.

Les figures 20, 21 et 22 donnent des courbes complètes

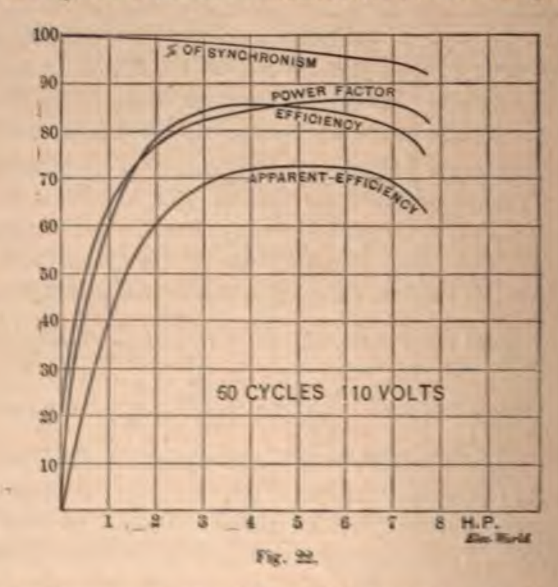


Fig. 22.

de fonctionnement [1] : facteur de puissance, rendement apparent et rendement réel pour quelques types : 20 che-

[1] On sait que les caractères les plus intéressants d'un moteur d'induction en sont : le rendement, le facteur de puissance, le rendement apparent, le courant absorbé à faible charge, le courant de

vaux et 25 périodes par seconde, 75 chevaux et 60 périodes, 5 chevaux et 60 périodes par seconde.

L'inspection de ces courbes permet de constater les résultats suivants :

Fig. 20.

Rendement maximum	0,86
Facteur maximum de puissance (au voisinage de la pleine charge)	0,92
Rendement apparent maximum	0,785
A pleine charge (20 chevaux) :	
Rendement	0,86
Facteur de puissance	0,915
Rendement apparent	0,785
Réduction de vitesse	0,045
A faible charge :	
Facteur de puissance (extrêmement faible)	0,18
Puissance maxima : 40 chevaux, soit 100 pour 100 de plus que la charge normale.	
Couple de démarrage supérieur de 50 pour 100 environ à celui de pleine charge.	

Fig. 21.

Rendement maximum	0,91
Facteur maximum de puissance	0,84
Rendement apparent maximum (au voisinage de la pleine charge)	0,76
A pleine charge (75 chevaux) :	
Rendement	0,91
Facteur de puissance	0,83
Rendement apparent	0,76
Réduction de vitesse	0,05
faible charge :	
Facteur de puissance	0,14
Couple de démarrage supérieur de 0,80 à celui de pleine charge.	

Fig. 22.

Ce moteur réalise presque la perfection :

Rendement : à pleine charge (5 chevaux)	0,85
— à trois quarts de charge	0,86
Facteur de puissance : à pleine charge	0,85
— à 6,6 chevaux (maximum)	0,865
Rendement apparent sur une très grande plage	0,725
Réduction de vitesse à pleine charge	0,025
Couple de démarrage supérieur de 0,60 à celui de pleine charge.	

---

démarrage, le couple au démarrage et les modifications de vitesse sous charge variable.

Son rendement dépend de la quantité de fer et de cuivre entrant dans sa construction, du courant qu'il reçoit et des frottements à vaincre, puisque les diverses pertes ont pour causes l'échauffement RI^2, l'hystérésis et les frottements mécaniques. C'est le rapport de la puissance qu'il utilise à celle qui lui est fournie.

Le facteur de puissance, ou rapport du courant actif au courant total qui l'alimente, est en conséquence fonction de l'intensité du courant magnétisant ; il est d'autant plus faible que l'entrefer, ainsi que l'induction dans cet entrefer et dans le fer, sont plus considérables et est exprimé par le rapport entre la puissance réelle absorbée par le moteur et la puissance apparente calculée, en watts, par le produit de la différence de potentiel en volts par l'intensité en ampères.

Le rendement apparent est le produit du rendement par le facteur de puissance, et, par suite, le rapport de sa puissance extérieure à la puissance apparente qu'il reçoit.

Lorsqu'il fonctionne à faible charge, le moteur d'induction absorbe une certaine intensité de courant dont une partie est inactive ou improductive et dont l'autre correspond à sa puissance utilisable. Le courant inactif ou improductif est celui pris par l'aimantation du moteur pour lui donner une f. c. é. m. égale à la f. é. m. à laquelle il est soumis. Le courant actif est celui absorbé en courants de Foucault et par hystérésis et celui nécessaire à vaincre le frottement dans les coussinets.

Le courant d'aimantation retarde d'un quart de période sur la f. é. m. et ne correspond à aucune consommation d'énergie ; aussi, bien que le moteur exige une grande intensité quand il tourne à faible charge, ce courant étant en majeure partie employé à l'aimantation, on ne peut le considérer comme représentant une puissance réelle quelconque empruntée au générateur.

Éclairage. — On peut actionner des foyers lumineux avec le système triphasé, soit à l'aide d'un seul transformateur monté sur une seule branche si le nombre de ces foyers est faible comparativement à la puissance totale fournie par le générateur, soit en transformant

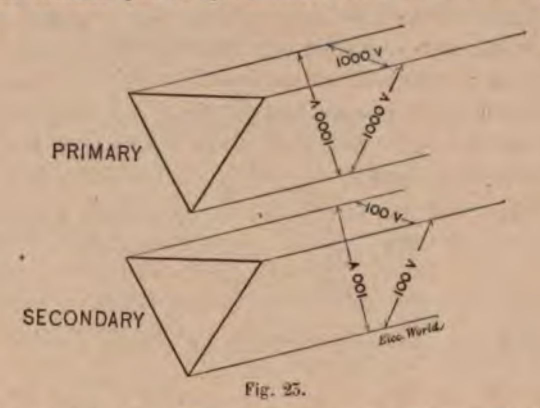


Fig. 23.

Fig. 23, 24, 25, 26. — PRIMARY = primaire. — SECONDARY = secondaire.

l'énergie des trois branches si l'éclairage a une grande importance relative.

Les figures 23, 24, 25 et 26 représentent divers

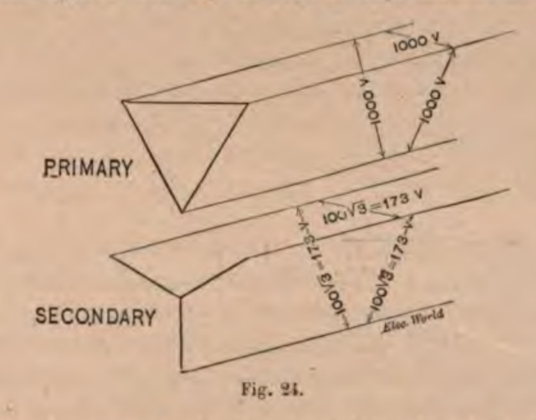


Fig. 24.

modes de connexion des transformateurs dans le système triphasé en vue d'obtenir différentes tensions. On peut en

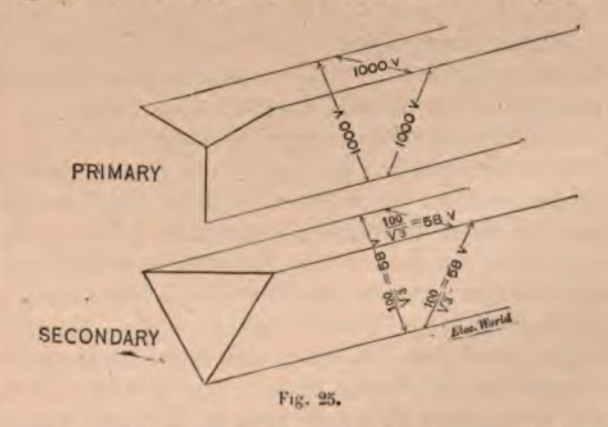


Fig. 25.

effet faire varier considérablement la différence de potentiel aux bornes du secondaire d'un même transformateur, suivant les connexions des primaires et des secondaires.

Dans la figure 23, à connexions primaires et secondaires

en triangle, le rapport de transformation du primaire et du secondaire est le même que le rapport de transformation des transformateurs eux-mêmes; autrement dit, si les transformateurs présentent le rapport de 10 : 1, par exemple, et que la différence de potentiel primaire entre les lignes soit de 1000 volts, la différence de potentiel au secondaire entre les trois branches sera de 100 volts.

Si les primaires sont reliés en triangle et les secondaires en étoile, comme dans la figure 24, la différence de potentiel entre les trois lignes secondaires sera de 173 volts, soit $100\sqrt{3}$.

Si les primaires sont connectés en étoile et les secondaires en triangle (fig. 25), la différence de potentiel entre chacun des conducteurs secondaires sera $\frac{100}{\sqrt{3}}$ ou 58 volts. Le système de distribution le plus économique

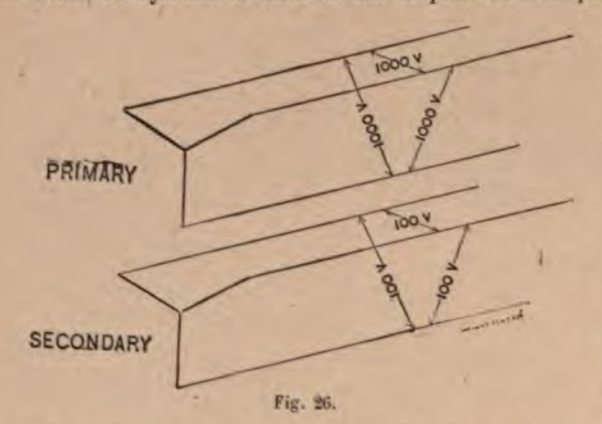


Fig. 26.

pour les foyers montés sur des secondaires triphasés est celui dans lequel ces derniers sont montés en étoile.

Enfin, si les primaires et les secondaires sont tous deux montés en étoile (fig. 26), les tensions sont transformées dans le rapport de transformation des transformateurs. Chaque transformateur est alors soumis à une tension inférieure à celle du conducteur, dans le rapport de $1 : \sqrt{3}$.

Système monocyclique. — Ce système, comme on l'a vu, est indiqué là où la majeure partie de la puissance produite doit être utilisée sous forme d'éclairage; il ne peut, en effet, s'y produire de défaut d'équilibre.

Il implique un peu plus de cuivre que le système alternatif simple, par suite de l'addition du fil teaser; mais, comme ce dernier n'est nécessaire qu'aux points où il existe des moteurs à actionner, la question du cuivre de ligne peut être identifiée dans les deux cas.

Il ne comporte pas nécessairement un générateur spécial. Le décalage de f. é. m. qui le caractérise essentiellement et est utilisé pour le démarrage et le fonctionnement des moteurs n'a pas, en effet, besoin d'être produit au générateur même; on peut le déterminer en un point quelconque du système de distribution. Par suite, si l'on a des moteurs à actionner à grande distance du générateur, deux fils suffisent jusqu'en ces points, où l'on effectue alors le décalage.

On peut d'ailleurs le créer, par exemple, au moyen d'un moteur d'induction triphasé fonctionnant en moteur alternatif ordinaire. Dans ces conditions, la réaction entre la f. é. m. et la f. c. é. m. du moteur détermine à ses bornes des f. é. m. en relation sensiblement triphasée. L'une de ces f. é. m. est celle due au conducteur principal; les autres sont les résultantes de celle-ci et de la f. é. m. déphasée créée par le moteur.

Si l'on relie la seconde borne d'un moteur d'induction aux autres moteurs, comme l'indiquent les figures 27

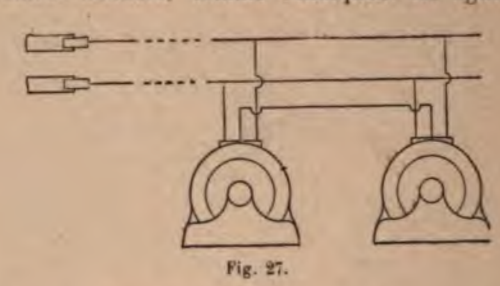


Fig. 27.

et 28, non seulement ces moteurs fonctionnent à pleine vitesse, mais ils démarrent pratiquement sous une charge quelconque.

L'action entre le premier moteur et les autres est pratiquement la même que si la troisième phase était fournie par un générateur monocyclique ou un enroulement spécial du teaser. Sans entrer ici dans une explication

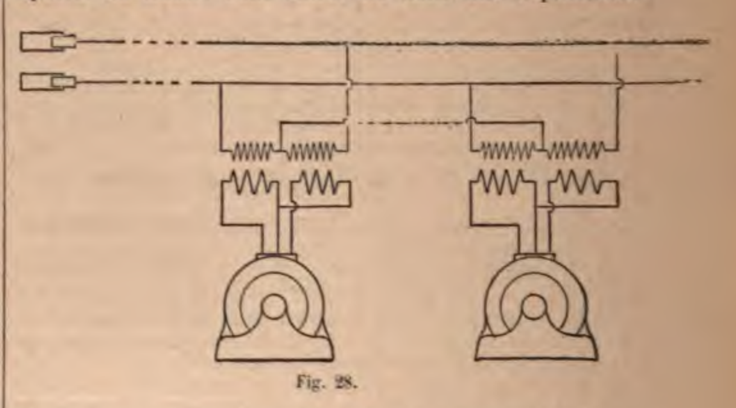


Fig. 28.

scientifique qui est hors du cadre de cet article, on peut dire en peu de mots que, le champ du moteur d'induction triphasé étant excité par un courant alternatif ordinaire, les trois enroulements de son induit coupent successivement le champ magnétique créé par ce courant, ce qui induit dans son armature une f. é. m. et un courant triphasés. Cette f. c. é. m. de l'armature induit à son tour une f. é. m. triphasée dans l'inducteur, et la réaction entre cette f. é. m. triphasée induite et la f. é. m. alternative simple détermine une f. é. m. de relation pratiquement triphasée aux bornes de l'inducteur.

La puissance fournie par les moteurs d'induction montés en monocyclique est sensiblement la même qu'en triphasé. Le courant nécessaire à faible charge, le rendement, le facteur de puissance et les rendements ont pratiquement les mêmes valeurs.

La figure 29 représente le mode de connexion des transformateurs alimentant des moteurs d'induction actionnés en monocyclique. On voit que les primaires des deux transformateurs sont connectés en série et leurs secondaires en sens inverse l'un par rapport à l'autre. Le fil teaser aboutit à la connexion entre les deux primaires des transformateurs, et les deux conducteurs principaux à l'extérieur de ces deux transformateurs.

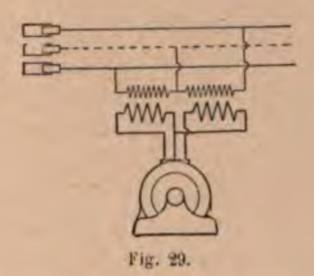


Fig. 29.

Dans le circuit secondaire, le fil venant de la jonction commune des deux transformateurs est pratiquement leur fil de retour commun et porte, par suite, un courant notablement plus élevé, sensiblement deux fois aussi intense que les deux autres.

Dans les primaires allant au moteur d'induction, les courants varient considérablement suivant la charge de ce moteur et les conditions du circuit extérieur. Il est préférable de ne pas actionner des moteurs avec des transformateurs alimentant des foyers, la perte de charge dans le transformateur variant suivant la charge du moteur.

Si la puissance est fournie par l'entremise d'un réseau secondaire, c'est-à-dire distribuée par un ou deux grands transformateurs, on peut alimenter des moteurs avec

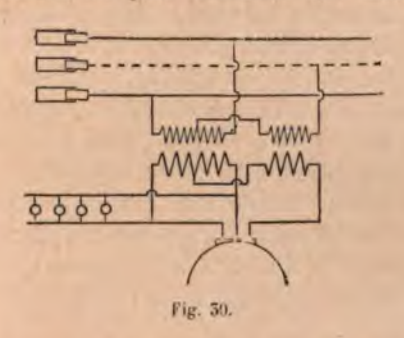


Fig. 30.

ces conducteurs secondaires. A cet effet on établira les connexions comme l'indique la figure 30.

Dans un prochain article nous étudierons une série de questions intimement liées à l'emploi de ces appareils, telles que le calcul des lignes et des pertes auxquelles elles donnent lieu avec les courants alternatifs, le fonctionnement en parallèle des alternateurs, les causes des défauts d'équilibre et les remèdes à y apporter, et la mesure de la puissance des courants alternatifs.

(*A suivre.*) E. B.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 1er juin 1896.

Sur les lois de l'induction. Réponse à la Note de M. Marcel Deprez; par M. A. Potier. — M. Marcel Deprez admet dans sa dernière Note : 1° que la production d'une force électromotrice dans un circuit, alors même que celui-ci est entouré de fer doux, était déjà connue; 2° que la relation entre la force électromotrice induite et la variation du flux est bien celle qui est admise aujourd'hui par tous, qu'elle est toujours vérifiée et qu'elle est, de plus, d'un usage extrêmement commode.

Notre savant Confrère voudra sans doute bien admettre aussi que si le flux embrassé est la somme de deux parties, l'une constante, l'autre variable, on peut, dans le calcul de la force électromotrice induite, ne pas s'occuper de la première; ce qui revient à ne pas faire entrer en ligne de compte les circuits (et masses magnétiques fictives) invariablement liés au circuit induit, quand les intensités correspondantes sont invariables. Cette décomposition du flux en plusieurs termes présente le même arbitraire que la décomposition d'une force en ses composantes; mais elle n'est pas plus nouvelle.

M. Marcel Deprez refuse, à la loi *physique* de la proportionnalité de la force électromotrice induite à la variation du flux, le caractère d'une loi fondamentale; c'est cependant la seule que l'expérience puisse contrôler; il est vrai qu'elle n'est pas une loi *élémentaire*, qu'elle ne précise pas ce que M. Marcel Deprez appelle « le siège de la force électromotrice ». Ce point n'avait pas été touché par M. Marcel Deprez dans sa première Note. Je me suis abstenu d'en parler, aussi bien que de parler du flux *coupé* par un élément de circuit; je n'ai pas cherché à donner d'*explication* de cette loi.

Notre savant Confrère désire éviter le retour aux actions à distance; il désire donc déduire l'état actuel d'un point du champ et des conducteurs qui s'y trouvent, de l'état immédiatement antérieur de ce point et des régions infiniment voisines, autrement dit des vitesses et de la distribution des forces dites *électrique* et *magnétique*. Aucun autre élément ne doit entrer en jeu dans une explication rationnelle, et c'est retourner aux actions à distance que de distinguer deux composantes dans une force magnétique, et de les traiter différemment suivant l'*origine* attribuée à ces composantes.

Séance du 8 juin 1896.

Sur le rôle du noyau de fer de l'induit dans les machines dynamo-électriques. — Réponse à la Note

de M. *Potier*; par M. Marcel Deprez. — Je n'ai jamais dit que la production d'une f. é. m. dans un circuit entouré de fer doux était un fait nouveau, puisque tout le monde sait qu'il existe des machines dynamo-électriques dans lesquelles, comme l'a rappelé M. Potier lui-même dans sa première Note, le circuit induit est formé de barres introduites dans des trous percés dans le fer de l'armature parallèlement à l'axe de rotation. Mais ce procédé, adopté surtout pour rendre la construction de l'induit plus facile au point de vue mécanique, n'a jamais été l'objet d'une étude approfondie, ni de la part de ceux qui l'ont appliqué, ni de la part des électriciens. On s'est borné à reconnaître qu'il présentait certains avantages parce qu'il permettait de diminuer l'entrefer et qu'il avait pour conséquence une plus grande uniformité du champ magnétique traversé par les conducteurs. On s'est également aperçu que, loin d'être indépendante de l'épaisseur des parois du tube de fer dans lequel passe le conducteur, la f. é. m. diminue rapidement quand cette épaisseur augmentait, et que l'épaisseur la plus favorable devait être déterminée par tâtonnement.

Il n'y a donc qu'un rapport assez éloigné entre ces faits et mon expérience dans laquelle la f. é. m. est, comme je l'ai dit, rigoureusement indépendante de l'épaisseur du tube et rigoureusement égale à celle d'un second fil nu placé en dehors du tube.

M. Potier me permettra donc de croire, jusqu'à ce qu'il m'ait fourni preuve du contraire, que cette expérience est nouvelle et qu'elle a les conséquences que j'ai déjà signalées dans ma première Note. Elle prouve d'une façon absolue que, bien que le fantôme magnétique à l'intérieur du tube indique un champ très faible, le fil noyé dans ce tube développe exactement la même f. é. m. que le fil placé en dehors et que, par conséquent, le fer ne fait pas écran aux lignes de force du champ extérieur. J'avais donc raison de dire que l'examen du fantôme magnétique ne suffit pas pour calculer la f. é. m. et qu'il faut tenir compte du mouvement relatif du fil.

Notre éminent Confrère revient toujours sur ce point, que mon expérience ne contredit pas la loi de proportionnalité entre la variation du flux total embrassé par le circuit et la f. é. m. Je suis absolument de cet avis et, dans ma dernière Note, je me suis prononcé si nettement à cet égard, que je suis surpris de son insistance.

Faut-il répeter encore une fois que ma Note n'avait pas pour but de discuter les lois de l'induction, mais bien, comme son titre l'indique, le rôle du fer dans l'induit des machines dynamo-électriques?

Cette idée que ce sont les lois de l'induction qui sont en cause paraît tellement préoccuper notre éminent Confrère, que sa réponse a, cette fois, pour titre : *Sur les lois de l'induction*. En réalité, quand on lit avec soin les deux Notes dans lesquelles il a bien voulu faire la critique de mon expérience, on voit bientôt que son opinion intime est qu'il n'y a qu'une seule loi de l'induction, celle de la proportionnalité entre la variation du flux total embrassé et la f. é. m. développée, et qu'il considère comme une simple hypothèse celle qui assigne à chaque élément du circuit une f. é. m. proportionnelle au flux coupé dans l'unité de temps.

Cependant, dans sa Communication du 18 mai, il s'exprimait ainsi :

L'expérience de M. Marcel Deprez « ne contredit qu'en apparence la règle qui attribue *à chaque élément du fil induit* une f. é. m. proportionnelle *au flux coupé par cet élément*.... »

Et, dans celle du 1er juin, je lis la phrase suivante : « Ce point n'avait pas été touché par M. Marcel Deprez, dans sa première Note. Je me suis abstenu d'en parler, *aussi bien que de parler du flux coupé par un élément de circuit*.... »

Pourquoi M. Potier tenait-il à prouver, le 18 mai, que mon expérience ne contredit qu'en apparence la loi sur laquelle je m'appuie (bien loin de vouloir la trouver en défaut) pour prouver que le fer est traversé par les lignes de force du champ magnétique, comme le serait un tube de substance non magnétique, et pourquoi, le 1er juin, déclare-t-il qu'il s'est abstenu de parler de cette même loi ?

J'ai dit dans ma dernière Note que la loi *élémentaire*, ou loi du flux coupé, telle qu'elle a été formulée par les savants qui, les premiers, ont appliqué le calcul à l'étude du phénomène expérimental de l'induction, me paraissait devoir conserver le rang de loi fondamentale, tandis que celle du flux embrassé par un circuit fermé n'en est que la conséquence. Je suis, en cela, de l'avis de la très grande majorité des auteurs qui ont écrit sur ce sujet. Je ne vois pas bien pourquoi on cherche à faire disparaître peu à peu la première pour la remplacer par la seconde. Cela ne rappelle-t-il pas le procédé qui consiste à résoudre toutes les questions de la Mécanique ou de la Physique au moyen du principe de la conservation de l'énergie? Les théorèmes généraux de la Mécanique, dont je parlais dans ma dernière Note, constituent des conditions nécessaires, mais non suffisantes, et l'on ne peut, avec leur seul secours, résoudre tous les problèmes de Mécanique. En résumé, la loi du flux embrassé par un circuit fermé est comme une sorte de loi de comptabilité très commode dans les applications pratiques, mais qni ne peut être d'aucune utilité pour trancher une question comme celle qui a fait l'objet de ma première Communication.

Étude de la fonte et du carbure de vanadium. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — Nous avons indiqué précédemment que l'acide vanadique était réductible par le charbon au four électrique et pouvait nous donner une fonte de vanadium contenant de 17 à 25 pour 100 de carbone [1]. Grâce à l'obligeance de M. Heeren, qui a bien voulu mettre à notre disposition une notable quantité de cendres provenant d'une houille vanadi-

[1] *Préparation au four électrique de quelques métaux réfractaires : tungstène, molybdène, vanadium* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1222, 29 mai 1893).

de M. *Potier*; par M. Marcel Deprez. — Je n'ai jamais dit que la production d'une f. é. m. dans un circuit entouré de fer doux était un fait nouveau, puisque tout le monde sait qu'il existe des machines dynamo-électriques dans lesquelles, comme l'a rappelé M. Potier lui-même dans sa première Note, le circuit induit est formé de barres introduites dans des trous percés dans le fer de l'armature parallèlement à l'axe de rotation. Mais ce procédé, adopté surtout pour rendre la construction de l'induit plus facile au point de vue mécanique, n'a jamais été l'objet d'une étude approfondie, ni de la part de ceux qui l'ont appliqué, ni de la part des électriciens. On s'est borné à reconnaître qu'il présentait certains avantages parce qu'il permettait de diminuer l'entrefer et qu'il avait pour conséquence une plus grande uniformité du champ magnétique traversé par les conducteurs. On s'est également aperçu que, loin d'être indépendante de l'épaisseur des parois du tube de fer dans lequel passe le conducteur, la f. é. m. diminue rapidement quand cette épaisseur augmentait, et que l'épaisseur la plus favorable devait être déterminée par tâtonnement.

Il n'y a donc qu'un rapport assez éloigné entre ces faits et mon expérience dans laquelle la f. é. m. est, comme je l'ai dit, rigoureusement indépendante de l'épaisseur du tube et rigoureusement égale à celle d'un second fil nu placé en dehors du tube.

M. Potier me permettra donc de croire, jusqu'à ce qu'il m'ait fourni preuve du contraire, que cette expérience est nouvelle et qu'elle a les conséquences que j'ai déjà signalées dans ma première Note. Elle prouve d'une façon absolue que, bien que le fantôme magnétique à l'intérieur du tube indique un champ très faible, le fil noyé dans ce tube développe exactement la même f. é. m. que le fil placé en dehors et que, par conséquent, le fer ne fait pas écran aux lignes de force du champ extérieur. J'avais donc raison de dire que l'examen du fantôme magnétique ne suffit pas pour calculer la f. é. m. et qu'il faut tenir compte du mouvement relatif du fil.

Notre éminent Confrère revient toujours sur ce point, que mon expérience ne contredit pas la loi de proportionnalité entre la variation du flux total embrassé par le circuit et la f. é. m. Je suis absolument de cet avis et, dans ma dernière Note, je me suis prononcé si nettement à cet égard, que je suis surpris de son insistance.

Faut-il répeter encore une fois que ma Note n'avait pas pour but de discuter les lois de l'induction, mais bien, comme son titre l'indique, le rôle du fer dans l'induit des machines dynamo-électriques?

Cette idée que ce sont les lois de l'induction qui sont en cause paraît tellement préoccuper notre éminent Confrère, que sa réponse a, cette fois, pour titre : *Sur les lois de l'induction*. En réalité, quand on lit avec soin les deux Notes dans lesquelles il a bien voulu faire la critique de mon expérience, on voit bientôt que son opinion intime est qu'il n'y a qu'une seule loi de l'induction, celle de la proportionnalité entre la variation du flux total embrassé et la f. é. m. développée, et qu'il considère comme une simple hypothèse celle qui assigne à chaque élément du circuit une f. é. m. proportionnelle au flux coupé dans l'unité de temps.

Cependant, dans sa Communication du 18 mai, il s'exprimait ainsi :

L'expérience de M. Marcel Deprez « ne contredit qu'en apparence la règle qui attribue *à chaque élément du fil induit* une f. é. m. proportionnelle *au flux coupé par cet élément*.... »

Et, dans celle du 1er juin, je lis la phrase suivante : « Ce point n'avait pas été touché par M. Marcel Deprez, dans sa première Note. Je me suis abstenu d'en parler, *aussi bien que de parler du flux coupé par un élément de circuit*.... »

Pourquoi M. Potier tenait-il à prouver, le 18 mai, que mon expérience ne contredit qu'en apparence la loi sur laquelle je m'appuie (bien loin de vouloir la trouver en défaut) pour prouver que le fer est traversé par les lignes de force du champ magnétique, comme le serait un tube de substance non magnétique, et pourquoi, le 1er juin, déclare-t-il qu'il s'est abstenu de parler de cette même loi ?

J'ai dit dans ma dernière Note que la loi *élémentaire*, ou loi du flux coupé, telle qu'elle a été formulée par les savants qui, les premiers, ont appliqué le calcul à l'étude du phénomène expérimental de l'induction, me paraissait devoir conserver le rang de loi fondamentale, tandis que celle du flux embrassé par un circuit fermé n'en est que la conséquence. Je suis, en cela, de l'avis de la très grande majorité des auteurs qui ont écrit sur ce sujet. Je ne vois pas bien pourquoi on cherche à faire disparaître peu à peu la première pour la remplacer par la seconde. Cela ne rappelle-t-il pas le procédé qui consiste à résoudre toutes les questions de la Mécanique ou de la Physique au moyen du principe de la conservation de l'énergie? Les théorèmes généraux de la Mécanique, dont je parlais dans ma dernière Note, constituent des conditions nécessaires, mais non suffisantes, et l'on ne peut, avec leur seul secours, résoudre tous les problèmes de Mécanique. En résumé, la loi du flux embrassé par un circuit fermé est comme une sorte de loi de comptabilité très commode dans les applications pratiques, mais qui ne peut être d'aucune utilité pour trancher une question comme celle qui a fait l'objet de ma première Communication.

Étude de la fonte et du carbure de vanadium. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — Nous avons indiqué précédemment que l'acide vanadique était réductible par le charbon au four électrique et pouvait nous donner une fonte de vanadium contenant de 17 à 25 pour 100 de carbone [1]. Grâce à l'obligeance de M. Heeren, qui a bien voulu mettre à notre disposition une notable quantité de cendres provenant d'une houille vanadi-

[1] *Préparation au four électrique de quelques métaux réfractaires : tungstène, molybdène, vanadium* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1222, 29 mai 1893).

fère (1), j'ai pu continuer et étendre ces recherches.

Préparation de la fonte de vanadium. — L'anhydride vanadique a été mélangé avec du charbon de sucre finement pulvérisé dans les proportions suivantes :

Anhydride vanadique	182 grammes.
Charbon de sucre	60 —

500 g de ce mélange ont été chauffés au four électrique avec un courant de 900 ampères et 50 volts. La durée de l'expérience est de 5 minutes. On a obtenu ainsi un vanadium très carburé qui, à l'analyse, nous a donné les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.	5.
Carbone	10,5	13,8	11,6	16,2	15,9

Dans une autre série d'essais, nous avons employé : anhydride vanadique, 100; charbon, 20, et nous avons obtenu des fontes qui contenaient : carbone, pour 100 : 9,9; 9,2; 9,83.

Tous ces essais ont été faits dans des tubes en charbon. Il faut, dans cette préparation, employer un courant intense et de très courte durée, parce que l'anhydride fond avec facilité et mouille facilement le charbon du tube. Dans ce cas, la carburation est très rapide.

Lorsque nous avons essayé d'affiner la fonte de vanadium au moyen de l'anhydride vanadique, tous nos essais ont été infructueux à cause de cette facile liquéfaction de l'acide vanadique. Les belles recherches de M. Roscoë ont démontré d'ailleurs que la préparation du vanadium est une des plus difficiles de la Chimie minérale.

L'affinité puissante du vanadium pour l'azote vient encore augmenter ces difficultés. Il est utile d'atteindre de suite une température très élevée pour arriver à la destruction de l'azoture.

En chauffant pendant deux minutes seulement de l'acide vanadique pur dans un tube de charbon avec un courant de 1000 ampères et 60 volts, et en ayant soin de faire arriver constamment de l'hydrogène dans le tube de charbon, nous avons pu obtenir une fonte de vanadium qui ne renfermait plus que 5,3 à 4,4 de carbone.

Un autre échantillon, chauffé trois minutes, nous a donné 7,42 de carbone.

Préparation du carbure de vanadium. — Lorsque l'on chauffe au four électrique l'anhydride vanadique, mélangé de charbon de sucre, dans un tube de charbon, pendant neuf à dix minutes (900 ampères et 50 volts), on obtient un culot métallique formé par un carbure défini de vanadium qui a abandonné une petite quantité de graphite au moment de sa solidification (2).

(1) M. Mourlot a donné précédemment l'analyse de cette houille (*Comptes rendus*, 28 octobre 1895).

(2) Dans une expérience faite au creuset, un fragment de chaux provenant de la voûte du four étant tombé dans le creuset, il s'est formé un mélange de carbure de vanadium et de carbure de calcium. Ce dernier s'est délité à l'air et a fourni du carbure de vanadium en cristaux isolés très nets. L'excès de chaux a été enlevé par l'acide acétique et le mélange séché a été traité par l'iodure de méthylène, qui a permis d'enlever, par différence de densité, quelques cristaux de graphite.

Conclusions. — Par réduction de l'acide vanadique par le charbon au four électrique, on peut obtenir en abondance, et avec facilité, une fonte de vanadium titrant 4 à 5 pour 100 de carbone. Si la chauffe est plus longue, on obtient toujours un nouveau carbure, défini et cristallisé, de formule CVa. Ce composé n'agit pas sur l'eau à la température ordinaire, et est plus stable en présence des acides que la fonte de vanadium.

Le vanadium peut s'unir, à la température du four électrique, au fer, au cuivre, à l'aluminium, tandis qu'il ne forme pas d'alliage avec l'argent.

Par l'ensemble de ses propriétés, le vanadium est plus voisin des métalloïdes que des métaux; son carbure se rapproche des carbures de titane et de zirconium qui ont même formule.

Sur une méthode nouvelle de préparation des alliages. — Note de M. Henri Moissan. — La méthode de préparation que nous avons indiquée précédemment pour l'alliage d'aluminium-vanadium en partant de l'acide vanadique peut être appliquée à un certain nombre d'oxydes. Elle est fondée sur l'affinité puissante de l'aluminium pour l'oxygène. Les travaux de Winckler et d'autres savants ont établi déjà combien était facile la réduction de certains composés oxygénés par le magnésium. L'aluminium peut aussi être employé dans quelques cas. En utilisant cette propriété, j'ai pu obtenir des alliages d'aluminium avec la plupart des métaux réfractaires que j'ai isolés par réduction au moyen du four électrique.

La préparation de ces alliages est facile. Elle consiste à projeter sur un bain d'aluminium liquide un mélange de l'oxyde à réduire et de limaille d'aluminium.

La combustion d'une partie de l'aluminium par l'air atmosphérique, à la surface du bain, dégage une quantité de chaleur tellement grande que les oxydes les plus réfractaires sont réduits. Le métal passe alors d'une façon continue dans le bain d'aluminium et vient augmenter le point de fusion de l'alliage.

Cette préparation se fait par voie sèche et sans addition d'aucun fondant.

J'ai pu obtenir ainsi des alliages d'aluminium avec le nickel, le molybdène, le tungstène, l'uranium et le titane. Il arrive souvent que la chaleur dégagée par la réaction est tellement grande que l'œil ne peut en supporter l'éclat. Nous avons préparé plusieurs fois des alliages à 75 pour 100 de tungstène qui n'ont été maintenus liquides que grâce à ce grand dégagement de chaleur. Les alliages à 10 pour 100 s'obtiennent avec facilité. On ne doit pas oublier que la réaction est parfois explosive.

Ces différents alliages nous ont paru présenter quelque intérêt. Ils permettent, en effet, de faire passer ces métaux réfractaires, dont le point de fusion est plus élevé que celui de nos fourneaux ordinaires, dans un métal quelconque même à point de fusion peu élevé.

Lorsque l'on met, par exemple, du chrome métallique en présence du cuivre fondu, ce dernier n'en dissout

de M. *Potier*; par M. Marcel Deprez. — Je n'ai jamais dit que la production d'une f. é. m. dans un circuit entouré de fer doux était un fait nouveau, puisque tout le monde sait qu'il existe des machines dynamo-électriques dans lesquelles, comme l'a rappelé M. Potier lui-même dans sa première Note, le circuit induit est formé de barres introduites dans des trous percés dans le fer de l'armature parallèlement à l'axe de rotation. Mais ce procédé, adopté surtout pour rendre la construction de l'induit plus facile au point de vue mécanique, n'a jamais été l'objet d'une étude approfondie, ni de la part de ceux qui l'ont appliqué, ni de la part des électriciens. On s'est borné à reconnaître qu'il présentait certains avantages parce qu'il permettait de diminuer l'entrefer et qu'il avait pour conséquence une plus grande uniformité du champ magnétique traversé par les conducteurs. On s'est également aperçu que, loin d'être indépendante de l'épaisseur des parois du tube de fer dans lequel passe le conducteur, la f. é. m. diminue rapidement quand cette épaisseur augmentait, et que l'épaisseur la plus favorable devait être déterminée par tâtonnement.

Il n'y a donc qu'un rapport assez éloigné entre ces faits et mon expérience dans laquelle la f. é. m. est, comme je l'ai dit, rigoureusement indépendante de l'épaisseur du tube et rigoureusement égale à celle d'un second fil nu placé en dehors du tube.

M. Potier me permettra donc de croire, jusqu'à ce qu'il m'ait fourni preuve du contraire, que cette expérience est nouvelle et qu'elle a les conséquences que j'ai déjà signalées dans ma première Note. Elle prouve d'une façon absolue que, bien que le fantôme magnétique à l'intérieur du tube indique un champ très faible, le fil noyé dans ce tube développe exactement la même f. é. m. que le fil placé en dehors et que, par conséquent, le fer ne fait pas écran aux lignes de force du champ extérieur. J'avais donc raison de dire que l'examen du fantôme magnétique ne suffit pas pour calculer la f. é. m. et qu'il faut tenir compte du mouvement relatif du fil.

Notre éminent Confrère revient toujours sur ce point, que mon expérience ne contredit pas la loi de proportionnalité entre la variation du flux total embrassé par le circuit et la f. é. m. Je suis absolument de cet avis et, dans ma dernière Note, je me suis prononcé si nettement à cet égard, que je suis surpris de son insistance.

Faut-il répéter encore une fois que ma Note n'avait pas pour but de discuter les lois de l'induction, mais bien, comme son titre l'indique, le rôle du fer dans l'induit des machines dynamo-électriques?

Cette idée que ce sont les lois de l'induction qui sont en cause paraît tellement préoccuper notre éminent Confrère, que sa réponse a, cette fois, pour titre : *Sur les lois de l'induction*. En réalité, quand on lit avec soin les deux Notes dans lesquelles il a bien voulu faire la critique de mon expérience, on voit bientôt que son opinion intime est qu'il n'y a qu'une seule loi de l'induction, celle de la proportionnalité entre la variation du flux total embrassé et la f. é. m. développée, et qu'il considère comme une simple hypothèse celle qui assigne à chaque élément du circuit une f. é. m. proportionnelle au flux coupé dans l'unité de temps.

Cependant, dans sa Communication du 18 mai, il s'exprimait ainsi :

L'expérience de M. Marcel Deprez « ne contredit qu'en apparence la règle qui attribue *à chaque élément du fil induit* une f. é. m. proportionnelle *au flux coupé par cet élément*.... »

Et, dans celle du 1er juin, je lis la phrase suivante : « Ce point n'avait pas été touché par M. Marcel Deprez, dans sa première Note. Je me suis abstenu d'en parler, *aussi bien que de parler du flux coupé par un élément de circuit*.... »

Pourquoi M. Potier tenait-il à prouver, le 18 mai, que mon expérience ne contredit qu'en apparence la loi sur laquelle je m'appuie (bien loin de vouloir la trouver en défaut) pour prouver que le fer est traversé par les lignes de force du champ magnétique, comme le serait un tube de substance non magnétique, et pourquoi, le 1er juin, déclare-t-il qu'il s'est abstenu de parler de cette même loi?

J'ai dit dans ma dernière Note que la loi *élémentaire*, ou loi du flux coupé, telle qu'elle a été formulée par les savants qui, les premiers, ont appliqué le calcul à l'étude du phénomène expérimental de l'induction, me paraissait devoir conserver le rang de loi fondamentale, tandis que celle du flux embrassé par un circuit fermé n'en est que la conséquence. Je suis, en cela, de l'avis de la très grande majorité des auteurs qui ont écrit sur ce sujet. Je ne vois pas bien pourquoi on cherche à faire disparaître peu à peu la première pour la remplacer par la seconde. Cela ne rappelle-t-il pas le procédé qui consiste à résoudre toutes les questions de la Mécanique ou de la Physique au moyen du principe de la conservation de l'énergie? Les théorèmes généraux de la Mécanique, dont je parlais dans ma dernière Note, constituent des conditions nécessaires, mais non suffisantes, et l'on ne peut, avec leur seul secours, résoudre tous les problèmes de Mécanique. En résumé, la loi du flux embrassé par un circuit fermé est comme une sorte de loi de comptabilité très commode dans les applications pratiques, mais qui ne peut être d'aucune utilité pour trancher une question comme celle qui a fait l'objet de ma première Communication.

Étude de la fonte et du carbure de vanadium. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — Nous avons indiqué précédemment que l'acide vanadique était réductible par le charbon au four électrique et pouvait nous donner une fonte de vanadium contenant de 17 à 25 pour 100 de carbone [1]. Grâce à l'obligeance de M. Heeren, qui a bien voulu mettre à notre disposition une notable quantité de cendres provenant d'une houille vanadi-

[1] *Préparation au four électrique de quelques métaux réfractaires : tungstène, molybdène, vanadium* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1222, 29 mai 1893).

fère ([1]), j'ai pu continuer et étendre ces recherches.

Préparation de la fonte de vanadium. — L'anhydride vanadique a été mélangé avec du charbon de sucre finement pulvérisé dans les proportions suivantes :

Anhydride vanadique	182 grammes.
Charbon de sucre	60 —

300 g de ce mélange ont été chauffés au four électrique avec un courant de 900 ampères et 50 volts. La durée de l'expérience est de 5 minutes. On a obtenu ainsi un vanadium très carburé qui, à l'analyse, nous a donné les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.	5.
Carbone	10,5	13,8	11,6	16,2	15,9

Dans une autre série d'essais, nous avons employé : anhydride vanadique, 100; charbon, 20, et nous avons obtenu des fontes qui contenaient : carbone, pour 100 : 9,9; 9,2; 9,83.

Tous ces essais ont été faits dans des tubes en charbon. Il faut, dans cette préparation, employer un courant intense et de très courte durée, parce que l'anhydride fond avec facilité et mouille facilement le charbon du tube. Dans ce cas, la carburation est très rapide.

Lorsque nous avons essayé d'affiner la fonte de vanadium au moyen de l'anhydride vanadique, tous nos essais ont été infructueux à cause de cette facile liquéfaction de l'acide vanadique. Les belles recherches de M. Roscoë ont démontré d'ailleurs que la préparation du vanadium est une des plus difficiles de la Chimie minérale.

L'affinité puissante du vanadium pour l'azote vient encore augmenter ces difficultés. Il est utile d'atteindre de suite une température très élevée pour arriver à la destruction de l'azoture.

En chauffant pendant deux minutes seulement de l'acide vanadique pur dans un tube de charbon avec un courant de 1000 ampères et 60 volts, et en ayant soin de faire arriver constamment de l'hydrogène dans le tube de charbon, nous avons pu obtenir une fonte de vanadium qui ne renfermait plus que 5,3 à 4,4 de carbone.

Un autre échantillon, chauffé trois minutes, nous a donné 7,42 de carbone.

Préparation du carbure de vanadium. — Lorsque l'on chauffe au four électrique l'anhydride vanadique, mélangé de charbon de sucre, dans un tube de charbon, pendant neuf à dix minutes (900 ampères et 50 volts), on obtient un culot métallique formé par un carbure défini de vanadium qui a abandonné une petite quantité de graphite au moment de sa solidification ([2]).

([1]) M. Mourlot a donné précédemment l'analyse de cette houille (*Comptes rendus*, 28 octobre 1893).

([2]) Dans une expérience faite au creuset, un fragment de chaux provenant de la voûte du four étant tombé dans le creuset, il s'est formé un mélange de carbure de vanadium et de carbure de calcium. Ce dernier s'est délité à l'air et a fourni du carbure de vanadium en cristaux isolés très nets. L'excès de chaux a été enlevé par l'acide acétique et le mélange séché a été traité par l'iodure de méthylène, qui a permis d'enlever, par différence de densité, quelques cristaux de graphite.

Conclusions. — Par réduction de l'acide vanadique par le charbon au four électrique, on peut obtenir en abondance, et avec facilité, une fonte de vanadium titrant 4 à 5 pour 100 de carbone. Si la chauffe est plus longue, on obtient toujours un nouveau carbure, défini et cristallisé, de formule CVa. Ce composé n'agit pas sur l'eau à la température ordinaire, et est plus stable en présence des acides que la fonte de vanadium.

Le vanadium peut s'unir, à la température du four électrique, au fer, au cuivre, à l'aluminium, tandis qu'il ne forme pas d'alliage avec l'argent.

Par l'ensemble de ses propriétés, le vanadium est plus voisin des métalloïdes que des métaux; son carbure se rapproche des carbures de titane et de zirconium qui ont même formule.

Sur une méthode nouvelle de préparation des alliages. — Note de M. Henri Moissan. — La méthode de préparation que nous avons indiquée précédemment pour l'alliage d'aluminium-vanadium en partant de l'acide vanadique peut être appliquée à un certain nombre d'oxydes. Elle est fondée sur l'affinité puissante de l'aluminium pour l'oxygène. Les travaux de Winckler et d'autres savants ont établi déjà combien était facile la réduction de certains composés oxygénés par le magnésium. L'aluminium peut aussi être employé dans quelques cas. En utilisant cette propriété, j'ai pu obtenir des alliages d'aluminium avec la plupart des métaux réfractaires que j'ai isolés par réduction au moyen du four électrique.

La préparation de ces alliages est facile. Elle consiste à projeter sur un bain d'aluminium liquide un mélange de l'oxyde à réduire et de limaille d'aluminium.

La combustion d'une partie de l'aluminium par l'air atmosphérique, à la surface du bain, dégage une quantité de chaleur tellement grande que les oxydes les plus réfractaires sont réduits. Le métal passe alors d'une façon continue dans le bain d'aluminium et vient augmenter le point de fusion de l'alliage.

Cette préparation se fait par voie sèche et sans addition d'aucun fondant.

J'ai pu obtenir ainsi des alliages d'aluminium avec le nickel, le molybdène, le tungstène, l'uranium et le titane. Il arrive souvent que la chaleur dégagée par la réaction est tellement grande que l'œil ne peut en supporter l'éclat. Nous avons préparé plusieurs fois des alliages à 75 pour 100 de tungstène qui n'ont été maintenus liquides que grâce à ce grand dégagement de chaleur. Les alliages à 10 pour 100 s'obtiennent avec facilité. On ne doit pas oublier que la réaction est parfois explosive.

Ces différents alliages nous ont paru présenter quelque intérêt. Ils permettent, en effet, de faire passer ces métaux réfractaires, dont le point de fusion est plus élevé que celui de nos fourneaux ordinaires, dans un métal quelconque même à point de fusion peu élevé.

Lorsque l'on met, par exemple, du chrome métallique en présence du cuivre fondu, ce dernier n'en dissout

On remarquera que, parmi les installations privées, l'auteur a systématiquement laissé de côté tout ce qui touche la traction, une des branches aujourd'hui les plus en vue des applications isolées de l'énergie électrique; mais ce sujet comporte tout un ouvrage et il a voulu laisser le champ libre à l'un de ses meilleurs condisciples et amis.

Quant aux exemples tirés de l'Étranger, ils ne sont pas aussi nombreux qu'on aurait pu le souhaiter; mais, outre qu'il était juste de faire passer avant tout ce qui est d'un contrôle facile dans notre pays même, les renseignements précis ne sont pas aussi faciles à recueillir. Il est d'ailleurs certains pays, comme l'Angleterre, que la nature physique et les circonstances économiques, absence de chutes d'eau, proximité, bon marché et gaspillage de la houille, placent dans des conditions un peu spéciales au point de vue qui nous occupe. Quelques courtes considérations de cet ordre n'auraient peut-être pas nui.

Comme on le voit par ce qui précède, ce livre n'est pas de ceux dont la lecture d'un bout à l'autre s'impose autrement qu'à ceux qui, par profession ou par conscience, sont obligés de se tenir au courant de tout ce qui intéresse la science électrique. La lecture suivie en serait un peu aride et monotone, d'autant plus qu'elle n'est pas coupée pas une grande variété de forme. On y sent à cet égard l'habitude qu'a l'auteur de parler à un auditoire devant lequel il expose des figures et des vues : l'invariable formule « *Nous* voyons ici... », « Ceci *nous* représente... », « *Nous* avons sous les yeux... », etc., bref cette incessante première personne au pluriel (sans être intolérable comme celle du singulier chez certains savants) finit par lasser un peu; on préférerait la voir alterner avec les « *On*... ».

Mais ce n'est là qu'un détail, et si, conformément à des conventions faites et suivant le désir de l'auteur, ce volume avait passé sous nos yeux avant « bon à tirer », nous lui aurions amicalement fait part de quelques impressions personnelles dont il aurait tenu compte avec son intelligente modestie habituelle. Malheureusement un caprice (pour ne pas dire plus) d'éditeur l'a soustrait à notre contrôle, et, si nous ne le renions pas, comme nous le ferions pour tout autre en pareil cas, c'est qu'il rentre dans la catégorie des livres prévus dans l'avant-propos de cette petite collection comme émanant des fidèles adeptes de l'école C.G.S.

A cette occasion nous invitons les plus récalcitrants à constater combien, dans un livre technique assurément, mais non scientifique dans l'acception propre du mot, le langage C.G.S. pur et correct est simple et sans pédantisme, au point de passer inaperçu pour beaucoup. C'est qu'il n'est pas plus difficile de parler de vitesse angulaire en tours par minute, de vitesse linéaire en mètres par seconde, de puissance en chevaux-vapeur, en kilogrammètres par seconde ou en watts, de travail et de chaleur en ergs, en kilogrammètres et en joules, de pression en kilogrammes par centimètre-carré, etc., que de tronquer ou de vicier ces expressions en faveur d'un charabia aussi inintelligible que sans charme.

A ce titre seul, M. Laffargue aurait fait œuvre utile. Qu'on se le dise.

E. Boistel.

Traité théorique et pratique des courants alternatifs industriels par F. Loppé et R. Bouquet. — 2e volume : Partie pratique. — *E. Bernard et Cie*, éditeurs, Paris, 1896.

MM. Loppé et Bouquet ne sont pas les premiers venus; ils sont même actuellement les derniers venus comme publication, au moins chez nous, relative aux courants alternatifs. A ce double titre leur œuvre mérite toute attention par l'intérêt qu'elle présente, doublé de la valeur de ses auteurs. Suite d'un premier volume, partie théorique, dont nous avons déjà rendu compte il y a deux ans(1), celui-ci le complète au point de vue pratique et forme avec lui un ensemble dont l'importance n'a pas encore été atteinte depuis l'ouvrage anglais de Fleming. C'est un véritable puits de science, puits que je ne dirai pas sans fond, mais dans lequel on cherche cependant un peu le bon sol, en ce sens que son impartialité, en exposant tout ce qui a été fait jusqu'ici, exclut peut-être un peu trop, sinon la critique, du moins l'éclectisme sous forme de renseignements sur les avantages ou les inconvénients de tel ou tel système et sur les résultats fournis par tel ou tel appareil.

L'amour de la science pure hante visiblement l'esprit des auteurs, même dans cette partie, tout pratique qu'elle soit intitulée; mathématiciens, ils vont toujours de l'avant, emportés par l'abstrait, sans se préoccuper suffisamment, selon nous, de la forme concrète à donner à leurs formules. On ne se refait pas, et, dans l'espèce, il n'y a pas trop à s'en étonner, en présence de la nouveauté pratique du sujet, si ancien qu'il soit en apparence, et des difficultés de sa complète élucidation. Ils ne sont pas d'ailleurs seuls dans cette voie; ils y ont de nobles devanciers avec lesquels ils appellent et provoquent des esprits plus synthétiques qui nous ramènent au terre à terre des applications. Il y a ainsi place pour tous.

Ce second volume comprend d'ailleurs huit chapitres très nettement définis : — Alternateurs; — Moteurs; — Transformateurs et condensateurs; — Foyers lumineux; — Polymorphisme; — Canalisations de distribution; — Distribution du courant; — Mesure industrielle des courants alternatifs. Tout y est, comme on voit, méthodiquement traité; mais cette table des matières, à peine allongée de quelques sous-titres, est un peu trop sommaire; et, comme le livre ne comporte en outre aucun titre courant, comme les sous-titres, leurs divisions et subdivisions sont tous du même caractère, les recherches y sont extrêmement difficiles. A défaut de cette netteté de mise en page, il y manque un index alphabétique qui permette au lecteur de s'y retrouver.

(1) Voy. *L'Industrie électrique* 10 mars 1895, n° 77, p. 105.

Plus préoccupés évidemment du fond que de la forme et comptant probablement sur une correction typographique plus soignée, les auteurs s'en sont trop fiés à d'autres pour les détails d'exécution. Leur confiance n'a malheureusement pas été récompensée, et, en dehors de quelques négligences de style, l'absence ou le dévergondage le plus fantaisiste de ponctuation rend très pénible la lecture d'un ouvrage dont l'étude demande déjà une attention soutenue. Frappé de ce défaut dès le premier volume, nous ne l'avions pas consigné, croyant à une précipitation accidentelle et dans l'espoir de rencontrer cette fois plus de correction; il est difficile d'en trouver moins, et il est fâcheux que, sur deux auteurs, l'un au moins ne s'impose pas une dernière lecture littéraire qui, dans l'espèce, nous eût dispensés de nous y prendre réellement à deux fois avant de pouvoir suivre le sujet.

Nous signalons, sans acrimonie, le fait aux éditeurs. Leurs nombreuses publications devraient les avoir depuis longtemps familiarisés avec les légitimes exigences des lecteurs et l'impossibilité matérielle pour certains auteurs de s'y plier. Qu'ils les secondent un peu et suppléent à l'inexpérience des autres. Une règle en tout est nécessaire, et, à côté du manque d'ordonnancement et des négligences typographiques signalées plus haut, il n'est pas de petits détails, tels qu'une table placée en tête du premier volume et qu'il faut aller chercher ensuite à la fin du second, l'impression de réclames au dos même de la dernière page du livre, sans que la reliure puisse les faire disparaître, qui n'impressionnent péniblement les acheteurs.

C'est toujours fâcheux, alors même que l'intérêt d'un ouvrage et la valeur de ses auteurs sont de nature à faire passer par-dessus bien des choses. E. Boistel.

JURISPRUDENCE

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE A MONTAUBAN

Par un arrêt du 12 juin 1896, le Conseil d'État, statuant au contentieux, vient de rejeter la requête de la ville de Montauban, qui demandait l'annulation d'une décision rendue contre elle, en 1893, par le Conseil de préfecture de Tarn-et-Garonne au profit de la Compagnie du Gaz.

Aux termes d'un contrat du 18 septembre 1844, la Ville avait accordé à cette Compagnie « la faculté exclu- « sive pendant dix-huit ans, à partir du 1er janvier 1845, « de placer sous les rues, places et terrains dépendant de « la voirie publique, des tuyaux pour la circulation du « gaz courant, extrait de la houille seulement, destiné à « l'éclairage de la Ville et des établissements publics et « *particuliers.* »

Le 8 octobre 1883, un nouveau contrat était intervenu, dont l'article 1er était ainsi conçu : « La Ville concède le « droit exclusif de conserver et d'établir les tuyaux « nécessaires pour la conduite du gaz d'éclairage et de « chauffage sous les voies, places et promenades publiques « de la Ville et commune de Montauban. »

On remarque la différence entre ces deux textes. Il semblait que par le traité de 1883, qui ne parlait plus des établissements *particuliers*, les parties eussent voulu restreindre la concession à l'éclairage public. C'était déjà une circonstance favorable pour la Ville.

L'affaire de Montauban présentait en outre cette autre particularité — qui pouvait aussi passer pour avantageuse — que la Compagnie du gaz ne faisait pas grief à la Ville d'avoir consenti à une Société concurrente un traité de concession. Elle lui reprochait seulement d'avoir *toléré* la pose de fils aériens, en observant, à l'égard de l'éclairage électrique, une neutralité bienveillante.

Malgré cela, le Conseil d'État a donné tort à la Ville :

« Considérant, dit l'arrêt, que des dispositions combinées du traité intervenu entre la ville de Montauban et la Société anonyme du gaz, il résulte que la Ville a concédé à cette Société le droit exclusif d'établir les tuyaux nécessaires à la conduite du gaz d'éclairage et de chauffage sous les voies, places et promenades publiques de la commune sans distinction aucune entre l'éclairage public et l'éclairage privé;

« Que si ce traité règlemente uniquement l'éclairage par le gaz, l'article 20 confère à la Ville, moyennant la réalisation de certaines conditions déterminées, le droit de mettre en demeure son concessionnaire d'employer tout nouveau mode d'éclairage plus puissant ou plus économique que le gaz, et l'autorise, sur son refus, à s'entendre avec une autre Société pour l'adoption du nouvel éclairage;

« Qu'en imposant ainsi à son concessionnaire l'obligation de la faire profiter des découvertes futures, la Ville a par là même précisé le sens et la portée des engagements qu'elle contractait envers lui et du droit exclusif qu'elle entendait lui conférer;

« Qu'elle ne saurait dégager sa responsabilité en alléguant que la Société d'éclairage électrique a agi à ses risques et périls; qu'en effet, la Ville, en qualité de co-contractante, avait le devoir de veiller à empêcher sur la voie publique toute installation d'éclairage de nature à faire concurrence à son co-contractant;

« Qu'il suit de là qu'en tolérant dans les voies urbaines la pose de fils pour la distribution de la lumière électrique aux particuliers, la ville de Montauban a méconnu les obligations qu'elle avait contractées vis-à-vis de la Compagnie du gaz et qu'elle lui a causé un préjudice dont il lui est dû réparation; qu'ainsi, elle n'est pas fondée à demander l'annulation de l'arrêté par lequel le Conseil de préfecture du département de Tarn-et-Garonne a ordonné une expertise à l'effet d'évaluer ce préjudice;

« Décide : la requête de la ville de Montauban est rejetée. »

Cet arrêt est la confirmation d'une jurisprudence qui doit être considérée aujourd'hui comme définitivement consacrée par des précédents accablants. La lutte entre l'éclairage électrique et l'éclairage par le gaz est terminée : les principes sont définis, les droits circonscrits, les obligations nettement déterminées. Si l'industrie électrique a lieu de se plaindre de cette jurisprudence, elle doit reconnaître, dans sa défaite, que les motifs qui l'ont fait condamner ne manquent ni de clarté ni de précision.

Gustave Pinta,
Docteur en droit.

SYNDICAT PROFESSIONNEL

DES

INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

CHAMBRE SYNDICALE

Séance du 2 juin 1896.

Présents : MM. *Bancelin, Berne, Cance, Clémançon, Ducretet, Ebel, de Loménie, Meyer, Radiguet, Triquet.*

Excusés : MM. *Bernheim, Grammont, Harlé, Hillairet, Juppont, Tricoche.*

Sont admis comme Membres adhérents du Syndicat :

M. *Daniel Sack*, constructeur-électricien, 55, rue Legendre, à Paris. — M. *Georges Delmas*, ingénieur des Arts et Manufactures à Montpellier, directeur de la station centrale de Florensac. — M. *Godard*, directeur des ateliers de la Société des Générateurs Belleville, à Saint-Denis. — M. *Ernest Brouardel*, directeur de la Compagnie française du Centre et du Midi pour l'éclairage au gaz, 6, rue Lepelletier, à Paris.

Le consul de France à Odessa informe les industriels français que les municipalités de Théodosie, Berdiansk et Sébastopol (Russie) viennent de voter l'*éclairage électrique* de leurs villes.

L'Association générale du commerce des tissus a demandé la *Modification des tarifs proposés par le gouvernement pour le transport des catalogues par la poste*. La Chambre syndicale décide d'appuyer cette demande, qui aurait pour effet d'assimiler les catalogues envoyés sous bandes mobiles aux journaux et publications périodiques.

M. Laffargue signale les résultats obtenus par les *Cours d'électricité* professés en 1895-96 à la Fédération des Chauffeurs-Mécaniciens. Ces cours, au nombre de six, ont été faits par MM. *Augé, Virot, Garol, Hommen, Clerbout* et *Laffargue*. 254 élèves les ont suivis, et 14 d'entre eux, arrivés à la fin de leurs études, ont obtenu le diplôme.

La Chambre félicite les professeurs du zèle avec lequel ils ont bien voulu préparer à l'industrie électrique des ouvriers habiles et vote un crédit de 100 fr pour achat de livres à distribuer comme prix.

L'*Exposition du Théâtre et de la Musique*, qui doit avoir lieu au Palais de l'Industrie, du 25 juillet au 30 novembre, sollicite le concours des électriciens. La Chambre estime que c'est là une question individuelle, et qu'il appartient à l'administration de l'Exposition de voir les industriels pour provoquer leur adhésion.

M. Clémançon signale que la *Société des Forces motrices du Rhône*, concessionnaire de l'État français, aurait, d'après les journaux, fait exclusivement à l'étranger ses commandes de turbines, dynamos et câbles. A la suite d'un échange d'observations, il est décidé que, avant de donner à cette affaire la suite qu'elle peut comporter, le bureau sera chargé de prendre des renseignements détaillés.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Émile Barrault, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

251083. — **Société Oberlaender et Cie.** — *Allumeur électrique* (19 octobre 1895).

251141. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux trains électriques du système à 3 fils* (22 octobre 1895).

251194. — **Cattori.** — *Perfectionnements dans les dispositions électriques et mécaniques pour chemins de fer électriques* (24 octobre 1895).

251200. — **Bourdon.** — *Application nouvelle de la traction électrique par trolley aux voitures roulant sur routes ordinaires* (24 octobre 1895).

251267. — **Robert.** — *Nouveau mode d'accouplement élastique entre un moteur électrique et l'essieu qu'il actionne directement pour véhicules mus par l'électricité* (28 octobre 1895).

251154. — **Compagnie dite : La Saint-Louis Electric Brake Company.** — *Appareil électromagnétique pour l'actionnement des freins de wagons et des changements de voies de chemins de fer* (22 octobre 1895).

251298. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Freins électriques* (29 octobre 1895).

251268. — **Schœller et Labussière.** — *Système de pylône métallique démontable destiné à l'emploi de poteau télégraphique ou de poteau pour suspensions d'engins électriques pour l'éclairage ou toutes autres destinations exigeant l'emploi d'un appui intermédiaire* (28 octobre 1895).

251311. — **Charollois.** — *Perfectionnements apportés aux crochets des appareils transmetteurs téléphoniques* (29 octobre 1895).

251139. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés à la commande des moteurs électriques* (22 octobre 1895).

251140. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux machines dynamo-électriques* (22 octobre 1895).

251142. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux régulateurs pour courant alternatif* (22 octobre 1895).

251170. — **Monterde.** — *Perfectionnements aux accumulateurs électriques* (26 octobre 1895).

251209. — **Opitz.** — *Procédé de fabrication d'électrodes pour accumulateurs électriques* (25 octobre 1895).

251241. — **Fesker et Bertram.** — *Matière active pour accumulateurs électriques* (26 octobre 1895).

251242. — **Lacy Johnson et Slacke.** — *Perfectionnements apportés aux électro-aimants et à leur application aux machines dynamo-électriques et aux électromoteurs* (26 octobre 1895).

251307. — **Rooney.** — *Perfectionnements dans les piles secondaires* (29 octobre 1895).

251310. — **Wheless.** — *Perfectionnements apportés aux lampes à arc* (29 octobre 1895).

251 150. — **Boivin.** — *Système de commande pneumatique des robinets à gaz à allumage électrique pour leur ouverture et leur fermeture automatique* (22 octobre 1895).

251 352. — **Hastedt.** — *Disposition pour obtenir un meilleur contact entre les fils d'union des rails des tramways électriques* (31 octobre 1895).

251 369. — **Baivy.** — *Agencement rationnel d'installations téléphoniques pour réseaux à double fil* (31 octobre 1895).

251 453. — **Justice.** — *Perfectionnements dans les systèmes électriques* (5 novembre 1895).

251 464. — **Higgins.** — *Perfectionnements apportés aux annonciateurs électriques* (5 novembre 1895).

251 465. — **Higgins.** — *Perfectionnements aux annonciateurs électriques* (5 novembre 1895).

251 484. — **Woodbridge.** — *Perfectionnements dans les télégraphes imprimeurs* (5 novembre 1895).

251 348. — **Boynton.** — *Perfectionnements dans les piles électriques tubulaires* (5 novembre 1895).

251 351. — **Boynton.** — *Perfectionnements aux piles électriques* (31 octobre 1895).

251 355. — **Boynton.** — *Perfectionnements aux piles électriques à deux liquides* (31 octobre 1895).

251 377. — **Berthet.** — *Application d'un nouveau système de construction à utilisation totale de tout le fil enroulé des bobines (ou induit) aux machines magnéto ou dynamo-électriques, soit génératrices, soit réceptrices, soit génératrices et réceptrices combinées en vue de la transformation du courant, dans ce système, tout le fil enroulé étant forcé de rentrer complètement dans le champ magnétique* (28 octobre 1895).

251 428. — **Menges.** — *Perfectionnements apportés aux piles primaires et secondaires* (4 novembre 1895).

251 429. — **Menges.** — *Perfectionnements dans les plaques de batteries primaires et secondaires* (4 novembre 1895).

251 447. — **Société Marschner** et **C**ie. — *Procédé de fabrication d'électrodes pour accumulateurs électriques* (5 novembre 1895).

251 472. — **Compagnie française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Méthode de commande des moteurs électriques sur un système à trois fils* (5 novembre 1895).

251 363. — **Desruelles.** — *Procédé perfectionné d'épuration des corps gras par l'électricité* (31 octobre 1895).

251 684. — **Von Siemens.** — *Dispositif protecteur contre l'influence perturbatrice des voies ferrées à traction électrique* (13 novembre 1895).

251 656. — **Société Piguet** et **C**ie. — *Nouveau procédé de traction électrique pour tramways* (16 novembre 1895).

251 676. — **Serrin.** — *Application nouvelle de la bicyclette pour la production des courants électriques* (13 novembre 1895).

251 516. — **Lioret.** — *Perfectionnements aux appareils phonographiques* (7 novembre 1895).

251 530. — **Société industrielle des Téléphones.** — *Perfectionnements aux Duplex des lignes télégraphiques sous-marines, permettant leur prolongement sur les continents* (7 novembre 1895).

251 573. — **Société anonyme Actien Gesellschaft für Fernsprech Patent.** — *Micro-téléphone perfectionné* (9 novem-8rbe-95).

251 660. — **Charollois.** — *Perfectionnements aux appareils téléphoniques* (13 novembre 1895).

251 682. — **Piedfort.** — *Perfectionnements apportés dans les appareils récepteurs applicables à la télégraphie sous-marine ou à très longue distance* (13 novembre 1895).

251 508. — **Dannert Windolff** et **Zacharias.** — *Masse active pour accumulateurs* (6 novembre 1895).

251 532. — **Nodon.** — *Accumulateur électrique* (8 novembre 1895).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Société d'Entreprises électriques à Genève. — Cette Société a pour objet la distribution de l'énergie électrique en Suisse et à l'étranger; elle a déjà obtenu plusieurs concessions, en Vénétie et dans d'autres régions de l'Italie.

Le capital social est de 1 million divisé en 2000 actions de 500 fr chacune.

Le siège social est à Genève.

Nouvelle Société d'Électricité à Francfort. — Cette Société a pour objet de faire toutes opérations financières en vue de créer ou de développer des entreprises d'électricité.

Les fondateurs sont Lahmeyer à Aix-La-Chapelle, Neufville, Erlanger fils, Grunebius, Schmidh, Bethmann.

Le capital social est de 6 250 000 fr.

Il est probable qu'à la suite de cette combinaison, le capital de la Société Lahmeyer sera porté de 2 200 000 fr à 3 750 000 fr.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie française pour l'exploitation des Procédés Thomson-Houston. — Le 19 mars, les actionnaires se sont réunis à titres ordinaire et extraordinaire.

L'assemblée ordinaire avait pour objet l'examen des comptes pour 1895.

Le Conseil, après avoir rappelé que la Compagnie a monté différentes lignes : Lyon à Saint-Fons, Roubaix-Tourcoing, Rouen, Rome, Milan-Musocco, Varèse, Porto et livré du matériel supplémentaire aux Compagnies de Marseille, du Havre, de Belgrade, a fait à la *Thomson-Houston International Electric C*° des éloges qui doivent être justement mérités, pour « les bénéfices que la *Compagnie Française* retire des progrès, découvertes, inventions que la *Compagnie Américaine* réalise pour ainsi dire quotidiennement ».

Le rapport est muet sur le quantum des bénéfices réalisés pour *redevances* sur les compteurs Thomson, et ce serait cependant un très intéressant document que ce chiffre qui permettrait d'apprécier ce que rapporte la branche *Traction*.

Les brevets *Compteurs* dureront certainement moins longtemps que l'industrie de la Traction et le public admis aujourd'hui, pour ne pas dire invité, à acheter des actions de la Compagnie Française, pourrait ainsi se rendre compte combien de temps durera l'ère actuelle de prospérité.

Les *Frais généraux* sont en augmentation de 34 661,65 fr et s'établissent à 313 588,76 fr.

Le *Mobilier* et les *Modèles, Dessins* et *Brevets* présentent une augmentation globale de 51 974,07 fr; c'est une question d'appréciation.

Le *Portefeuille* qui, en 1894, comprenait pour 304 487,50 fr d'actions des établissements Postel-Vinay et de la Compagnie des Tramways de Varèse, est compté cette année pour

1 362 500 fr; cette augmentation est la représentation des intérêts pris par la Compagnie dans les affaires de Versailles-Pessac, etc.

Les *Travaux en cours* sont en augmentation de 1 240 000 fr chiffres ronds, en suite d'avances faites par la Compagnie.

Les *Débiteurs divers*, sont en augmentation de 400 000 fr.

Au Passif, nous constatons une réduction de 340 221,08 fr des *Effets à payer* et une augmentation de 2 064 704,83 fr des *Créditeurs divers*, sommes dues sur des entreprises achevées ou en cours d'exécution.

En résumé, en face d'une dette exigible de :

Effets à payer.	35 779,25 fr.
Créditeurs	2 712 968,64
	2 748 739,89 fr.

il existe en disponibilités immédiates :

Versements non appelés.	1 450 000,00 fr.
Débiteurs.	1 672 440,21
Espèces en caisse.	8 165,50
	3 130 605,71 fr.

en excédant de 581 165,82 fr sur la dette exigible.

Mais cette estimation comporte une rentrée complète des créances : au delà d'une perte, sur ces dernières, de 581 865,82 fr, la Compagnie devrait, si la nécessité l'y contraignait, faire appel au compte Portefeuille, qui renferme des valeurs non cotées, difficiles à estimer, et dont certaines proviennent d'entreprises encore en projet.

Défalcation faite des frais généraux et charges diverses évaluées 313 588,76 fr. il est resté sur les bénéfices bruts un solde disponible de 640 869,76 fr.

Le Conseil en a proposé l'emploi suivant :

Amortissements :

1° de. . . 3 929,75 fr 10 pour 100 des frais de constitution.
2 153,25 — des frais d'installation.

6 083,00 fr.

2° de. . . 2 352,86 fr sur le mobilier.
46 078,42 fr dessins industriels, modèles, brevets.

48 431,28 fr.

Le chiffre ci-dessus de :

640 869,76 fr étant réduit de ces deux chapitres d'amortissements de :
54 514,28 fr { 6 083,00 fr. / 48 431,28 fr.
se trouve ramené à :

586 355,48 fr somme à laquelle il faut ajouter :
21 574,94 fr report de 1874.

607 930,42 fr.

On en déduit :
29 317,77 fr réserve statutaire 5 pour 100 sur 586 355,48 fr.

578 612,25 fr sur lesquels il convient de prélever pour servir 5 pour 100 aux actions, savoir :
177 500,00 fr { 105 080 fr sur 4200 actions entièrement libérées. / 72 500 fr sur 5800 actions libérées de 250 fr.

401 112,65 fr.

Il faut déduire de cette somme :
115 111,25 fr { 40 111,25 fr 10 pour 100 au Conseil d'administration, suivant l'article 46 des statuts. / 75 000,00 fr à répartir aux actions à raison de 7,50 fr par titre, ce qui représente, pour les titres libérés de 250 fr, un dividende de 3 pour 100.

286 001,40 fr. Reste.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1895

ACTIF

Versements non appelés.	1 450 000,00 fr.
Apports.	2 100 000,00
Frais de constitution et de premier établissement	48 664,05
Mobilier	22 875,58
Modèles, dessins industriels et brevets .	73 855,35
Loyer d'avance et dépôts de garantie . .	14 555,97
Espèces en caisse et effets à recevoir . .	8 165,50
Actions en portefeuille.	1 362 500,00
Matériel en magasin et chez divers . . .	524 662,05
Travaux en cours.	1 365 962,87
Débiteurs divers.	1 672 440,21
Total de l'actif.	8 441 459,56 fr.

PASSIF

Capital	5 000 000,00 fr.
Réserve statutaire.	6 883,25
Amortissements divers.	77 906,00
Effets à payer.	35 779,25
Créditeurs divers	2 712 960,64
Profits et pertes.	607 930,42
Total du passif.	8 441 459,56 fr.

Résolutions. — 1. L'Assemblée générale approuve, dans toutes leurs parties, le rapport du Conseil d'administration et celui des Commissaires, ainsi que les comptes de l'Exercice 1895, tels qu'ils viennent d'être présentés et détaillés, et arrête en conséquence à la somme de 607 930,42 fr, le solde créditeur du compte de Profits et Pertes.

2. L'Assemblée fixe le dividende de l'exercice 1895 à 7,50 fr par action, en sus des intérêts à 5 pour 100 sur le montant libéré de chaque action, soit ensemble :

32,50 fr à répartir à chaque action entièrement libérée;
20 fr à répartir à chaque action libérée de 250 fr.

Ces sommes seront payées à partir du 1er mai 1896, sous déduction des impôts établis par la loi.

L'Assemblée décide que le solde du compte de Profits et Pertes montant à 6001,40 sera reporté à nouveau à l'exercice 1896, dont 280 000 fr au compte Réserve de Prévoyance.

L'Assemblée ratifie la nomination de M. le baron Goury du du Roslan, en remplacement de M. Renard, démissionnaire.

4. L'Assemblée générale réélit comme administrateurs : MM. Abdank Abakanowicz, Ch. Burrell, Gabriel Chamon, Paul Du Buit, Anatole Foiret, Baron Goury du Roslan, S. D. Greene, Eugène Griffin, Émile Mercet, André Postel-Vinay, Étienne Siry, Ernest Thurnauer, *administrateurs sortants*.

5. L'Assemblée générale décide qu'il y a deux Commissaires pouvant agir ensemble ou séparément pour le rapport à faire à l'Assemblée générale sur les comptes de l'exercice 1896; elle nomme pour remplir ces fonctions pendant l'exercice 1896 : MM. Monnier, Béglet, avec faculté pour chacun des deux Commissaires d'accomplir seul le mandat ci-dessus, en cas d'empêchement de son collègue pour une cause quelconque.

Elle fixe à 1000 fr la rémunération de chacun d'eux.

6. L'Assemblée générale, en exécution de l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, après avoir entendu le compte rendu prévu par cet article, approuve les traités passés et opérations faites par la Société avec divers de ses administrateurs ou avec diverses Sociétés ou maisons dont certains administrateurs sont administrateurs ou gérants. Elle en autorise la continuation.

Nota. Les actions de la Compagnie Française Thomson-Houston sont cotées en Bourse et ont valu, du 8 au 13 juin, 1180 fr au plus haut, 1140 au plus bas, et comme dernier cours 1160 fr. A ce dernier cours, eu égard au rendement

de l'exercice 1895, c'est un placement à 2,80 pour 100 moins les impôts.

— Une assemblée extraordinaire s'est tenue à l'issue de la première; elle explique l'émission d'obligations que nous avons signalée antérieurement. Le rapport du Conseil est trop documenté pour que nous puissions le résumer, et nous le publions ci-dessous *in extenso*.

MESSIEURS,

A la date du 11 juillet 1894, nous vous réunissions en Assemblée générale extraordinaire pour vous demander d'étendre l'objet de notre Société, et de faire à l'article 1er de nos statuts l'addition d'un paragraphe supplémentaire établissant ce droit d'extension, nécessaire au développement de notre champ d'activité.

Le rapport dont nous avons donné lecture dans cette Assemblée vous disait qu'aux termes primitifs de l'article en question le rôle de notre Société devait se borner exclusivement à celui de fabricants, de fournisseurs et d'exploitants d'appareils et de machines électriques.

Nous signalions que cependant il commençait à nous arriver des affaires que nous considérions être de tout repos comme réalisation, en même temps que très avantageuses comme rendement, qu'il ne nous était pas possible d'écarter ces affaires et que, tout au contraire, il devait nous convenir de pouvoir les rechercher et les conclure, naturellement dans la limite des ressources dont nous disposerions. Nous indiquions que les affaires en question consistaient notamment en l'exploitation directe d'entreprises industrielles, traction ou lumière, pouvant procurer à notre Société un développement de travaux et de résultats que nous estimions devoir être très profitables.

Vous nous avez donné à l'époque votre acquiescement à l'extension de l'objet de notre Société, et vous l'avez autorisée en conséquence à s'assurer : « l'exploitation sous quelque forme que ce soit de toute entreprise ou industrie produisant, appliquant ou utilisant l'énergie électrique, soit au moyen des appareils et machines du système Thomson-Houston, soit au moyen de tous autres appareils. »

Toute modification ou addition à l'objet d'une Société réclamant, pour être légale et valable, l'unanimité absolue de tous les actionnaires, nous rappelons ici que cette unanimité a été obtenue et que toutes les actions sans exception ont été représentées à l'Assemblée générale ci-dessus, soit par les actionnaires eux-mêmes qui les détenaient, soit par les pouvoirs de ceux d'entre eux qui n'ont pu assister à cette Assemblée.

Aujourd'hui, Messieurs, nous vous réunissons de nouveau en Assemblée générale extraordinaire, pour vous dire que, mettant en application la faculté que nous relatons plus haut, nous avons traité une certaine quantité d'affaires qui réclament l'adjonction de nouvelles ressourees au capital dont nous disposons.

Nous avons pris un intérêt dans la constitution de la Société Versaillaise de Tramways électriques et de Distribution d'Énergie, réalisé avec le concours de capitalistes lyonnais; nous avons aidé à la formation de la Compagnie des Tramways électriques Bordeaux-Pessac avec les personnes qui nous avaient confié précédemment l'installation de la petite ligne de Bordeaux-Bouscat-Le Vigean; nous nous sommes assuré la concession des Tramways d'Alger et de Mustapha; nous avons fait dans cette même ville d'Alger, avec une Société voisine, la Société des chemins de fer sur routes d'Algérie, un contrat de traction avantageux pour les deux Sociétés en raison du groupement des deux exploitations; nous nous sommes intéressés dans la fondation à Bruxelles d'une Société d'entreprises électriques constituée avec d'importants éléments financiers; nous venons de conclure avec la Compagnie des Tramways de Paris et du département de la Seine un contrat de construction et de traction pour deux lignes allant de la place de la République à Pantin et à Aubervilliers; enfin, nous avons procédé, il y a quelques jours seulement, à l'achat d'un lot très important d'actions de la Compagnie des Tramways de Rouen, dont nous vous avons entretenus tout à l'heure en Assemblée ordinaire.

Toutes ces affaires ont été de notre part l'objet d'études préliminaires très approfondies; elles sont à notre avis des plus intéressantes; nous avons la conviction qu'elles répondront bien aux espérances que nous fondons sur elles, mais elles exigent des capitaux considérables, et c'est ce qui nous amène à vous demander de bien vouloir, conformément à l'article 41 de nos statuts, nous autoriser, pour y faire face, à contracter un emprunt, par voie d'émission d'obligations.

Cette émission serait d'un montant nominal de 10 millions de francs, en titre 5 pour 100, remboursables par tirages au sort semestriels dans une période de 25 années. Les coupons d'intérêts seraient semestriels, payables les 1er octobre et 1er avril de chaque année.

Sur l'observation qui nous a été faite qu'il était nécessaire, pour que cette émission ait chance d'être favorablement accueillie par le public, que les titres fussent à l'abri d'une conversion anticipée, au moins pendant un délai de dix années, nous avons reconnu que cette indication était très judicieuse et qu'il convenait de nous rallier au principe de déclarer que, en dehors des extinctions par voie de tirages au sort, aucune de ces obligations ne pourra être remboursée par anticipation avant la période indiquée ci-dessus de dix années.

Nous aurions pu vous proposer de procéder à une augmentation de notre capital-actions, mais nous considérons que notre manière de faire vous est pour l'instant plus avantageuse; car l'excédent entre le rendement des affaires auxquelles sera affecté l'emploi du produit de ces obligations et la charge annuelle d'intérêts et d'amortissement qui vous incombera viendra en effet au profit de vos actions en augmentation du dividende à provenir de vos autres affaires courantes.

Nous ajouterons du reste que les affaires nous viennent de toutes parts en si grande abondance que nous ne serions pas surpris de nous trouver dans l'agréable nécessité de vous réunir encore dans le courant de cette année ou au commencement de 1897, pour nous entretenir avec vous de cette question d'augmentation de capital.

L'industrie des transports est en effet à un moment important de son existence; nous avons la conviction que dans la période de propagation des applications électriques dans laquelle nous commençons à entrer, nous verrons se réaliser de nombreuses entreprises, tant comme transformation des Compagnies existantes que comme créations de nouvelles Sociétés, le tout à la grande satisfaction du public.

L'Amérique sous ce rapport nous trace notre voie. Il y a à peine six ans que les premières applications de traction électrique ont été réalisées dans le Nouveau Monde, et cependant au 1er janvier 1895, on estimait à près de 16 500 km l'ensemble des lignes de tramways exploitées électriquement et à 16 000 voitures le total du matériel roulant utilisé sur ces lignes. Les villes de Boston et de Brooklyn ont à elles seules chacune plus de 1200 voitures qui circulent quotidiennement.

En Europe on est à peine à 950 km et pour la France seulement on n'atteint pas même 200 km.

C'est avec une réelle satisfaction que nous constatons que 80 pour 100 des exploitations électriques du monde entier sont installées au système Thomson-Houston.

Est-il nécessaire de rappeler les nombreux avantages que présente la traction électrique sur la traction animale?

Les communications sont beaucoup plus rapides, les rampes, même de 10 à 11 pour 100, sont gravies sans diminution de vitesse.

Les accidents sont beaucoup moins nombreux, les voitures peuvent s'arrêter très vite, même lancées à pleine vitesse, et

ensuite être ramenées en arrière, le tout sur un espace ne dépassant pas la longueur de la voiture.

Le danger de la mortalité des chevaux disparaît et par suite celui de la perte du capital qu'ils représentent.

Les risques résultant des variations de prix des fourrages pour l'alimentation des chevaux ne sont plus à envisager.

Les écuries sont supprimées et avec elles les inconvénients qu'elles engendrent au point de vue hygiénique.

La voie reste toujours très propre du fait de la suppression des chevaux.

Les voitures sont dotées d'un éclairage excellent

Enfin, quel que soit le nombre des voyageurs et l'encombrement qu'ils provoquent à certains moments de la journée, on les recueille très rapidement et on est à même de les transporter tous; l'usine d'électricité donne toute l'énergie nécessaire alors que le travail fourni par les chevaux est forcément limité à leurs propres forces et ne peut être augmenté sans danger pour leur existence.

Ce sont ces divers avantages qui doivent nécessairement conduire de plus en plus les Municipalités et les Compagnies de tramways vers les idées de transformation de leur traction actuelle et vers l'adoption de la traction électrique. Il en résultera le courant d'affaires auquel nous faisons allusion, qui commence à se dessiner très nettement et qui s'accentuera très rapidement de jour en jour.

Nous continuerons certainement à prendre une part importante de ces affaires et nous aurons soin de maintenir toujours notre Société à la hauteur des concours qui pourront lui être demandés.

Nous comptons sur vous, Messieurs, pour nous y aider en nous continuant votre confiance et nous conservant votre appui.

Résolution unique (adoptée à l'unanimité). — L'Assemblée générale extraordinaire approuve le rapport qui vient de lui être présenté et, conformément à l'article 41 des statuts, autorise en conséquence le Conseil d'administration à contracter, par voie d'émission d'obligations, un emprunt de 10 millions de francs, capital nominal; elle lui donne tous pouvoirs à cet effet.

INFORMATIONS

Allgemeine Electricitäts Gesellschaft (Berlin). — Ainsi que nous le faisions prévoir dans une antérieure chronique, l'assemblée générale a voté l'augmentation du capital de 27 500 000 fr à 31 250 000 fr. Les nouvelles actions représentent 3 750 000 fr dont 1 250 000 fr serviront à acquérir les usines de Bitterfeld, qui ont coûté d'installation 1 250 000 fr et le solde à augmenter les fonds de roulement et à monter une fabrique de câbles.

Le Conseil d'administration a démontré aux actionnaires que la Société avait tout intérêt à s'affranchir des fournisseurs et à construire elle-même tout le matériel dont elle a besoin.

L'*Allgemeine* avait bien un traité de 6 ans avec une fabrique de câbles, mais ayant pris en 2 ans livraison de la quantité prévue au marché, elle se trouve libre de faire aujourd'hui ce que bon lui semble.

La Société a, en outre, l'intention de s'intéresser aux entreprises électrochimiques en général, et l'achat des usines de Bitterfeld est un premier pas dans cette voie.

Société internationale d'Électricité et d'Air comprimé à Berlin. — De la lecture du rapport sur le dernier exercice, il ressort que le sort de cette entreprise est entièrement lié à celui de la Compagnie parisienne d'Air comprimé et d'Électricité, dont le dernier bilan montre une perte de 1 164 736 fr, déduction faite de 316 182 fr pour intérêts, de 11 363 fr pour amortissement : il reste donc à amortir une *perte totale* de 2 483 962 fr.

La nouvelle administration de notre secteur parisien a cependant relevé la situation comme le montre le tableau ci-dessous :

Années.	Recettes d'exploitation.	Dépenses.	Bénéfices d'exploitat.
Du 1er juillet au 1er mars 1894. .	2 190 164	1 968 770	221 394
Du 1er juillet au 1er mars 1896. .	2 345 551	1 762 863	582 689

Du 1er mars 1895 au 1er mars 1896, le nombre des lampes desservies est passé de 59 000 à 81 000.

La *Discontogesellschaft* de Berlin a formé un syndicat pour avancer à la *Compagnie Parisienne* la somme de 7 millions dont elle avait besoin pour achever les travaux de transformation du secteur.

L'administration estime que les recettes de 1896 permettront non seulement de faire face aux charges sociales diverses, mais encore de rembourser une partie des emprunts.

La *Compagnie Internationale de Berlin* a fait en 1895 une recette brute de 625 000 fr qui, après déduction des dépenses, laisse un bénéfice de 577 000 fr dont la plus grande partie servira à amortir la perte éprouvée sur l'option des actions de la *Compagnie Parisienne.*

Société générale des Téléphones. — Le Conseil d'État au contentieux vient de statuer sur un grand litige pendant entre l'État et l'ancienne Société des Téléphones.

Il s'agissait d'un pourvoi formé par le Ministre du Commerce contre un arrêté du 12 mars 1895, par lequel le Conseil de préfecture de la Seine a fixé à 9 313 250 fr la somme due par l'État à la Société générale des Téléphones en liquidation pour reprise de son matériel, et a mis les dépens et les frais d'expertise par moitié à la charge de chacune des parties.

La principale question enfin était celle des appareils en service chez les abonnés, appareils que le conseil de préfecture a considérés comme rentrant dans le matériel à reprendre par l'État. La Société soutenait, en effet, que ces appareils devaient être comptés, comme indispensables pour le fonctionnement du service, tandis que l'Administration alléguait, au contraire, qu'aucun article du cahier des charges ne stipulait qu'ils resteraient la propriété de la Société des Téléphones. Suivant la thèse du ministre du Commerce, s'il appartenait à la Société des Téléphones de fournir des appareils par vente ou par location, cette fourniture ne constituait pas un des éléments de l'exploitation du service public, objet du contrat, mais le libre exercice de l'industrie de la Société. Dans ce sens, l'Administration alléguait en effet que le monopole de l'État consiste seulement dans le transport de l'énergie électrique jusqu'au domicile de l'abonné, sans l'autoriser à imposer l'usage d'un appareil fourni par l'exploitant du service. En conséquence, l'État demandait la suppression de 4 400 000 fr de ce chef sur l'allocation admise par le conseil de préfecture.

L'Administration demandait également une réduction de 1 100 000 fr sur les sommes allouées pour le rachat des câbles.

De son côté, la Société des Téléphones, par voie de recours incident, réclamait 750 000 fr pour remboursement de frais généraux d'études et une majoration de 20 pour 100 de la valeur intrinsèque du matériel, représentant la plus-value acquise à ce matériel par sa constitution en organisme industriel.

Le pourvoi du ministre du Commerce et le recours incident de la Société ont été rejetés. Par conséquent les allocations en principal sont maintenues telles qu'elles ont été fixées par le conseil de préfecture. L'arrêté attaqué n'a été modifié que sur des questions d'intérêts, représentant environ 500 000 fr en faveur de la Société des Téléphones.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

33 458. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

5e Année. — N° 109. 10 Juillet 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Syndicat professionnel des usines d'électricité. — Nous venons de recevoir un exemplaire des statuts de ce nouveau syndicat, constitué le 3 juin 1896 dans le but (article 9 des statuts) :

D'organiser le groupement des membres de l'industrie qu'il représente et de concentrer leurs efforts pour la défense de leurs droits et de leurs intérêts. De provoquer et de poursuivre toute mesure d'intérêt général et de perfectionnement des moyens de production. D'obtenir tous dégrèvements et allègements des charges publiques et particulières. De répandre l'enseignement des procédés de production du courant et les moyens d'instruction, et de faciliter le recrutement du personnel. De rendre accessible à tous l'étude et la propagation des réformes. De fournir aux industries du courant électrique toutes défenses légitimes contre les concurrences présentes et à venir. D'examiner toutes mesures économiques ou législatives dont l'expérience aurait montré l'utilité. De combattre toute mesure nuisible au développement industriel des applications du courant électrique.

L'objet social se réalise (article 10 des statuts) :

1° Par l'organisation, dans un local spécial, de tous les services dont les membres actifs de passage ou résidant à Paris peuvent avoir besoin : bureau de correspondance, de renseignements, boite aux lettres, etc.

2° Par des congrès, des réunions, des assemblées, par des délégations auprès des corps constitués de l'État, des autorités compétentes et des pouvoirs publics pour appuyer ses demandes et faire valoir ses revendications.

3° Par l'assistance tant en France qu'à l'étranger, aux manifestations industrielles et commerciales, aux réunions et congrès provoqués à cet effet, par des circulaires, bulletins et publications périodiques et éventuelles, par l'organisation de cours d'enseignement professionnel, d'expériences, d'analyses, de concours et d'enquêtes.

4° Par la constitution de commissions techniques, la concentration de tous documents, journaux, brochures, plans et rapports concernant l'industrie du courant électrique.

5° En fournissant aux tribunaux des arbitres et des experts compétents pour l'examen de toutes questions litigieuses concernant la production et la vente du courant électrique.

6° En réglant à l'amiable les contestations qui lui seraient soumises par les membres actifs.

7° En restant en justice comme demandeur ou défendeur dans toute question intéressant l'industrie du courant élec-

trique, en intervenant dans tout litige pendant, dans tous les cas où le Conseil de Direction le jugera nécessaire.

8° En recueillant toutes les souscriptions nécessaires pour faire face aux dépenses de ces diverses opérations.

9° Par le placement du personnel.

10° Par l'affiliation au moyen de formation de groupements régionaux similaires.

11° Par la création de correspondants partout où besoin sera.

S'adresser, pour recevoir les statuts complets, au siège social de la Société, 27, rue Tronchet, Paris.

Société d'encouragement pour l'industrie nationale. — Dans sa séance générale du 26 juin 1896, la Société d'encouragement pour l'industrie nationale a décerné deux prix d'encouragement de 1000 fr chacun, à MM. Javaux et Nysten, d'une part, à M. Solignac, d'autre part, pour une lampe à incandescence d'une bougie par 100 volts et 0,05 ampère. Elle a décerné, en outre, une médaille d'or à M. Hardy, pour son forménophone, et une médaille d'argent à M. Seguy pour son ozoniseur.

Congrès international de Chimie appliquée à Paris. — Le Congrès international de chimie appliquée tenu à Bruxelles en août 1894, avait décidé que sa deuxième réunion aurait lieu à Paris en 1896. L'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie chargée d'organiser ce Congrès, en a fixé la durée du 27 juillet au 5 août 1896.

Nous signalons les questions suivantes, mises à l'étude :

Section de sucrerie. — Épuration des jus par l'électrolyse.

Section de produits chimiques. — Industrie du caoutchouc, de la gutta percha et de l'ébonite.

Section de photographie. — Rayons de Röntgen.

Section d'électrochimie. — Cette section, dont l'organisation a été confiée à M. Moissan, sera certainement l'une des plus intéressantes, car c'est la première fois que ce sujet est examiné dans un congrès. Les principales questions mises à l'étude sont les suivantes :

Étude des lois électrolytiques, détermination des constantes : résistance des électrolytes dissous et fondus. Coefficients de variation en fonction de la température. Force électromotrice de polarisation. Densité de courant aux électrodes, etc. — Application de l'Électrolyse à l'analyse chimique : *a*, les diélectriques : traitement et préparation des substances isolantes; *b*, les alliages : propriétés électriques, résistance, coefficients de température, etc. — Application de l'électrolyse aux industries de la soude : chlorate de potasse, soude, chlore, etc. — Application de l'électrolyse au traitement des matières organiques : rectification des alcools. Purification des jus sucrés. Stérilisation et purification des eaux par l'électricité. Synthèses organiques, etc. — Électrolyse des métaux par voie humide. — Électrolyse des métaux par fusion ignée : électrométallurgie du sodium, du magnésium, du silicium, etc. — Four électrique et applications : carborundum, carbure de calcium, borure de silicium, titane, etc. — Procédés électrothermiques : soudure, chauffage.

Le Congrès ne comportera pas moins de 60 séances, à cause du vaste programme qu'il embrasse; ces 60 séances seront réparties en dix journées. La séance d'ouverture aura lieu le 27 juillet dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne sous la présidence de M. Berthelot. La séance solennelle de clôture, le 5 août, sera présidée par M. Henri Boucher, ministre du Commerce et de l'Industrie. Les séances des sections auront lieu à l'hôtel de la Société d'encouragement et à l'hôtel des Sociétés savantes.

Le Comité d'organisation a en outre organisé un grand nombre d'excursions scientifiques intéressantes à Paris et aux environs et s'est entendu avec le Comité d'organisation de l'Exposition de Rouen pour une visite qui aura lieu les 6 et 7 août.

Congrès international des Électrotechniciens à Genève. — Dans notre numéro du 10 mai dernier, nous annoncions l'ouverture à Genève, pour le courant du mois d'août 1896, d'un Congrès international des électrotechniciens, à l'occasion de l'Exposition nationale suisse. Ce Congrès aura lieu du 4 au 9 août et les communications relatives aux questions qui seront discutées et que nous avons signalées dans notre note du 10 mai dernier, devront être parvenues avant le 20 juillet au bureau du Congrès international, à l'Université de Genève.

Société industrielle de Mulhouse. — Dans son assemblée générale du 27 mai dernier, la Société industrielle de Mulhouse a arrêté le programme des prix à décerner en 1897. Nous reproduisons ci-dessous les indications relatives aux prix intéressant plus directement les électriciens. Rappelons que les étrangers sont admis à concourir au même titre que les nationaux. Les mémoires, dessins, pièces justificatives et échantillons doivent être marqués d'une devise ou épigraphe choisie par l'auteur et adressés franco de port, avant le 15 février 1897, au président de la Société industrielle de Mulhouse, en même temps qu'un pli cacheté renfermant le nom exact et l'adresse du concurrent. S'adresser, pour plus amples renseignements, au secrétaire de la Société à Mulhouse.

63. — *Application de l'électricité à l'impression.* — Médaille d'argent pour une application quelconque de l'électricité dans l'industrie de l'impression.

73. — *Pyromètre enregistreur.* — Médaille d'argent et une somme de 500 fr pour l'invention et l'application d'un pyromètre enregistreur destiné à évaluer la température des produits gazeux de la combustion de la houille sous les chaudières à vapeur. On demande un instrument capable d'indiquer avec une approximation d'au moins 5 pour 100 la température d'un courant gazeux dans le carneau d'une chaudière à vapeur entre les limites de 300 et 800 degrés. L'appareil lui-même plongeant dans les gaz, l'indication des températures devra être placée en dehors du massif du fourneau, afin de rendre faciles les lectures directes. Le prix ne sera décerné qu'à un appareil appliqué pendant six mois au moins à une chaudière à vapeur fonctionnant dans la Haute-Alsace.

90. — *Installation de moteurs électriques.* — Médaille d'honneur pour une installation pratique réalisée dans un établissement industriel de la Haute-Alsace en vue de distribuer de la force motrice à un ensemble de machines ou d'appareils, au moyen d'un réseau électrique alimenté par une station centrale génératrice, privée ou publique.

L'installation devra avoir fonctionné pratiquement pendant un an dans la Haute-Alsace : elle devra présenter, entre autres avantages, une économie appréciable sur le mode de distribution employé auparavant : canalisation de vapeur, transmissions rigides ou autres.

La médaille sera décernée non seulement au constructeur, mais aussi à l'établissement dans lequel l'installation aura été faite.

91. — *Moteur électrique à charge et vitesse variables.* — Médaille d'honneur pour un moteur électrique capable de développer un travail et une vitesse variables à volonté, du simple au décuple au moins, pouvant être branché sur un réseau de distribution électrique et présentant, aux vitesses variables qu'on lui fait subir, des écarts de rendement de moins de 20 pour 100. La puissance du moteur, à charge et vitesse de régime, devra être de de 10 chevaux au moins; son rendement, à ces charge et vitesse, devra égaler celui des moteurs électriques fonctionnant à vitesse constante.

92. — *Perfectionnement des collecteurs d'armature.* — Prix [1]

[1] Le Comité se réserve de décerner une médaille d'honneur, d'argent ou de bronze, ou encore une somme d'argent, suivant le mérite de l'invention.

pour une manière simple, pratique et nouvelle de fixer les fils d'armature aux collecteurs des dynamos.

Ce nouveau mode de fixation devra permettre de changer facilement les collecteurs et faciliter, si possible, la recherche de défauts d'isolation des fils d'armature. Il devra assurer un bon contact des fils avec les lamelles du collecteur, ainsi que c'est le cas avec la soudure, et ne devra pas endommager les fils, comme il arrive avec les vis de pression.

L'application du nouveau mode de fixation à une armature quelconque à tambour ou anneau cylindrique (Gramme) est à traiter.

Le travail devra contenir une énumération des avantages et inconvénients des systèmes employés actuellement et mettre en comparaison le nouveau mode proposé.

93. — *Étude comparative de l'éclairage d'une ville.* — Médaille d'honneur pour un mémoire traitant de la dépense comparative d'une installation électrique et d'une usine à gaz, destinées l'une et l'autre à fournir l'éclairage à un centre de population d'au moins 30 000 âmes.

La comparaison portera spécialement sur les points suivants :

1° Dépenses d'installation de la station centrale et de l'usine à gaz, de la distribution électrique et de la canalisation, de l'appareillage à domicile; 2° dépenses de charbon nécessitées pour la production de force à la station centrale et la fabrication du gaz; 3° dépenses d'exploitation et d'entretien dans les deux cas admis.

Un chapitre spécial sera consacré à l'évaluation détaillée des dépenses et des recettes résultant, dans le cas d'une usine à gaz, de la mise en valeur des sous-produits de la distillation. Un autre chapitre traitera, en se basant sur un nombre suffisant de déterminations expérimentales, de la valeur photométrique des becs de gaz d'une consommation donnée et des lampes électriques qui leur sont couramment substituées. Il convient, en effet, dans la comparaison qu'il s'agit d'établir, de tenir compte du fait que la substitution de la lumière électrique à celle du gaz comporte généralement une augmentation du pouvoir éclairant.

93 *bis*. — *Étude comparative de l'éclairage d'une usine.* — Médaille d'argent pour un mémoire traitant de la dépense comparative d'une installation électrique et d'une installation de gaz d'éclairage destinées l'une et l'autre à fournir la lumière à un établissement industriel. L'installation devra comprendre au moins 300 lampes et devra, dans les deux cas, être étudiée avec soins. Les différents genres d'éclairage électrique seront à traiter et leurs dépenses d'exploitation à comparer avec celles du gaz produit à l'usine et avec celles de la même installation branchée sur la canalisation d'une usine à gaz. Un chapitre spécial sera consacré à la comparaison des intensités de lumière et d'éclairement obtenus dans les différents cas.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Bourges. — *Traction électrique.* — Le Conseil municipal de Bourges est sur le point de traiter avec M. Grégorwicz, représentant la Société nouvelle électrique et d'arrêter les termes de la convention à établir entre la ville de Bourges et ladite Société.

M. Grégorwicz prend l'engagement de fournir 55 000 kilomètres-voitures en faisant les départs toutes les cinq minutes sur les lignes principales.

Cette installation complète, prête à fonctionner, coûtera de 40 000 à 50 000 fr environ.

El-Biar (Algérie). — *Inauguration de l'éclairage.* — Après avoir vu la lumière électrique rayonner en Algérie dans un certain nombre de villes de l'intérieur, telles Batna, Miliana, Perrégaux, etc., les Algérois avaient pu, un moment, espérer que leur Compagnie d'éclairage par le gaz entrerait enfin dans la voie du progrès. Hélas, il n'en fut rien. Les propositions faites par diverses personnes se trouvèrent, pour une cause ou l'autre, renvoyées à des examens, la Compagnie du gaz promit de faire des études de projets et quand la municipalité voulut éclairer à l'électricité le Théâtre municipal, ce fut elle-même qui dut s'en charger.

Passons sur ces faits et, pour aujourd'hui, contentons-nous de constater que ce que n'a pu faire la capitale de l'Algérie, a été réalisé par la petite ville d'El-Biar, autrefois partie intégrante de la grande ville.

Sans bruit, par les seules ressources de la commune, l'éclairage électrique vient d'être installé à El-Biar.

Un électricien proposa à la commune de remplacer les lumignons fumeux au pétrole par des lampes électriques. La redevance à payer étant inférieure aux anciens prix, l'éclairage supérieur, la municipalité n'hésita pas et conclut le marché, qui fut approuvé par la préfecture.

Il y a seulement deux mois que se passaient ces faits, et dans ce court espace de temps on a pu construire l'usine génératrice, ce qui a permis de doter les habitants d'El-Biar et des environs, qui ont voulu favoriser la nouvelle entreprise, d'un éclairage aussi agréable qu'économique.

950 lampes particulières sont déjà souscrites; 700 environ sont placées et par les nuits sombres, dorénavant, les rues et places de la coquette cité d'El-Biar resplendiront sous l'éclat de 32 lampes à réflecteurs, qui doivent en assurer l'éclairage.

L'usine génératrice, située sur le chemin qui, de la place de l'Église, conduit au petit lycée de Ben-Aknoun, comporte deux dynamos actionnées par deux moteurs : l'un de 55 chevaux, l'autre de 30, ce dernier sert à assurer l'éclairage dans la journée et à charger les accumulateurs, situés derrière l'usine dans une cave creusée dans le roc.

Une foule nombreuse n'a cessé, toute la journée, de visiter cet établissement dont les honneurs étaient faits par MM. Gonniaud et Cie, les concessionnaires de cette exploitation qui réalise un véritable progrès.

La population El-Biarienne est enchantée de la transformation que subit ainsi sa charmante localité et tout fait prévoir qu'avant peu tous les établissements et de nombreux propriétaires ne se serviront pas d'autre éclairage.

Le Mans. — *Traction électrique.* — Le préfet du département de la Sarthe vient de prendre l'arrêt suivant.

Article premier. — Une enquête d'utilité publique sera ouverte durant un mois sur l'avant-projet d'un réseau de tramways électriques dans la ville du Mans. Ce réseau comprend les trois lignes suivantes :

1° De la gare à l'extrémité de la rue des Maillets;
2° De la place de la Croix d'Or à l'octroi de la route de Paris.
3° De l'Hôpital à la place de la Lune de Pontlieue.

Art. 2. — Pendant ce délai, les pièces de l'avant-projet resteront déposées à la mairie du Mans, où elles seront communiquées sans déplacement aux personnes qui en feront la demande.

Un registre sera ouvert pour recevoir les observations qui pourront être présentées sur l'entreprise projetée.

Art. 3. — La commission départementale déléguée à cet effet par le Conseil général, dans sa séance du 22 août 1895, et le Conseil municipal du Mans se réuniront extraordinairement pour délibérer et émettre leur avis sur le projet.

Art. 4. — La Chambre de commerce du Mans sera également appelée à délibérer et à exprimer son opinion sur l'utilité et la convenance de l'entreprise.

Art. 5. — A l'expiration du délai d'un mois, fixé par l'article premier, une commission composée de 7 membres, se réunira à la mairie du Mans pour examiner les observations consignées ou annexées aux registres d'enquête et les pièces de l'avant-projet; elle entendra les ingénieurs du département et toutes personnes qu'elle croira devoir consulter.

Après avoir recueilli les renseignements dont elle aura besoin, elle donnera son avis motivé tant sur l'utilité de l'entreprise que sur les diverses questions posées par l'administration ou soulevées au cours de l'enquête.

Ces diverses opérations dont la Commission dressera procès-verbal devront être terminées dans un délai de quinze jours.

Revel (Haute-Garonne). — *Éclairage.* — La ville de Revel a, paraît-il, fait des dépenses assez grandes pour son éclairage électrique sans avoir complètement réussi, si on en juge par le récit suivant des origines de l'affaire.

Vers le milieu de l'année 1885, l'administration actuelle projetait d'éclairer Revel à la lumière électrique. Des projets furent présentés.

Un bail fut passé avec M. Moffre, propriétaire du moulin où fut mise en place une turbine de la valeur de 4000 fr, une dynamo et les accessoires nécessaires au bon fonctionnement de l'éclairage. Seulement l'eau n'était donnée que par le bon vouloir de la Compagnie du canal et pour ses besoins particuliers.

En 1893, on décida d'adjoindre une machine à vapeur de 45 chevaux qui coûta 8000 fr. La machine ne put jamais marcher convenablement et Revel fut de nouveau plongé dans l'obscurité!

Pendant ce temps une autre usine électrique s'était installée dans la gorge de Malamort. Les municipalités de Cammazes, Sorèze et Durfort avaient laissé le directeur de cette usine libre de s'installer, sous condition que ledit directeur s'engageait à éclairer Sorèze, Durfort et les Cammazes gratuitement : il avait pour se dédommager l'éclairage des particuliers.

A la séance du Conseil municipal de Revel du 13 janvier 1895, on discuta la proposition du directeur de l'usine de Malamort qui offrait de verser à la ville un cautionnement de 12000 fr et s'engageait à éclairer la ville de Revel pendant trente ans. Comme compensation on lui abandonnerait l'éclairage des particuliers. Ce projet fut voté à l'unanimité des membres présents. Sur ce, le directeur de l'usine de Malamort se mit en devoir de faire transporter à Malamort toute l'installation électrique du moulin.

M. Moffre avait réussi à se faire attribuer la turbine payée par Revel, qui avait été scellée dans le moulin, sa propriété, et qui, par une clause ne faisait pas partie de l'installation électrique.

La turbine fut laissée par force de loi au propriétaire du moulin. Par une autre clause, M. Moffre s'était réservé que, si la ville de Revel voulait changer de place son installation électrique sans abandonner ce mode d'éclairage, l'administration serait obligée de payer une indemnité pendant neuf années consécutives. Qu'arriva-t-il ensuite? L'administration revéloise est obligée de se charger elle-même de nouvelles dépenses :

1° Achat d'une dynamo nouveau modèle;

2° Réinstallation de toute la canalisation sur une base plus solide.

De sorte que voici maintenant le bilan de tous ces travaux : 1892, bail du moulin de M. Joffre pour neuf ans; 1893. installation d'une ligne électrique du moulin à Revel (5 km); 1896, achat d'une machine à vapeur; abandon du moulin, achat d'une nouvelle dynamo et réfection complète de tout le réseau électrique.

Tout cela pour aboutir à l'éclairage au pétrole.

Voilà un exemple des exploitations d'usines municipales que nous livrons aux méditations des municipalités récemment élues.

ÉTRANGER

Bruxelles. — *Éclairage.* — Un écho bruxellois annonce qu'un crédit de 400000 fr sera demandé au Conseil communal de Bruxelles, à l'effet d'installer une nouvelle unité mécanique de 500 chevaux, car les demandes d'abonnement affluent.

On atteindra sous peu le nombre de 5000 lampes en service.

Ajoutons que, comme pour les installations précédentes, la mise en place des électromoteurs sera confiée à la Société d'électricité et hydraulique Charleroi, tandis que les accumulateurs seront fournis par l'Électrique.

Metz. — *Éclairage.* — La ville de Metz possédait depuis 1884 une petite station pouvant alimenter au plus 21 lampes à arc qui servaient à l'éclairage d'une des rues principales de la ville. L'adjonction d'une seconde génératrice de courant avait été faite en 1894 dans le but d'alimenter 27 autres lampes à arc en remplacement des becs de gaz dans deux autres rues.

La municipalité s'occupe actuellement de compléter la transformation de l'éclairage dans toute la ville. Déjà une Compagnie d'électricité s'est formée et a construit sur la Moselle une station hydraulique qui est destinée à fournir le courant pour l'éclairage du théâtre. L'installation, une fois terminée, comprendra 3 dynamos à courant continu qui alimenteront 700 lampes à incandescence de 16 bougies et 16 lampes à arc. Une de ces dynamos fonctionnant tout le jour servira à charger une batterie d'accumulateurs installée dans les sous-sols du théâtre.

Sébastopol (Russie). — *Adjudications.* — La municipalité de Sébastopol a récemment adopté l'éclairage électrique pour la ville et a ouvert un concours d'adjudication des travaux d'installation.

La municipalité de Théodosie vient également de voter la mise en adjudication des travaux de distribution des eaux et de l'éclairage électrique. Une autre ville de Russie, Berdiansk, se propose également de les imiter. Les industriels français que ces dernières entreprises intéresseraient, peuvent s'adresser directement à M. Bonnet, agent consulaire de France à Berdiansk.

Zermatt (Suisse). — *Traction électrique.* — Une Société vient de se créer pour la construction d'un tramway électrique qui partira de Zermatt pour gravir le Gornegrat. Cette montagne, qui attire un grand nombre de touristes est élevée de 3136 m au-dessus du niveau de la mer; la vue, au sommet, est splendide, on découvre toutes les montagnes environnantes. La ligne projetée aura une longueur de 9600 m. avec une rampe moyenne de 15 pour 100 et 20 pour 100 au maximum. Chaque train se composera de deux voitures pouvant contenir en tout 100 voyageurs. La durée du trajet sera de deux heures. Le prix des places sera de 12 fr pour un billet simple et 18 fr aller et retour. L'énergie électrique sera produite par une station hydraulique utilisant les eaux de la Findelen. La ligne, dont l'ouverture aura lieu en 1898, coûtera environ 2500000 fr.

LA LUMIÈRE DE L'AVENIR

Que le lecteur ne se hâte pas d'interpréter le titre de cet article : il n'y sera parlé qu'incidemment de l'acétylène, bien que ce gaz puisse prétendre, dès à présent, à occuper une belle place parmi les illuminants du siècle prochain. Nous voulons seulement exposer quelques réflexions générales inspirées par les progrès récents des systèmes appelés à créer dans un milieu à éclairer, ce mouvement vibratoire spécial, limité dans son amplitude et sa fréquence, qui constitue la *lumière*.

L'idéal, en la matière, consisterait à produire dans l'espace à éclairer un flux d'intensité constante, dans lequel on produirait les radiations lumineuses, et celles-là seulement. On obtiendrait ainsi un éclairement uniforme, et, qu'on nous permette une expression justifiée en l'espèce, de la *lumière froide*, puisque le milieu recevrait, ou un éclairement donné, le minimum d'énergie sous formes de radiations exclusivement lumineuses, et, par suite, le minimum de chaleur.

Pour arriver à ce résultat, les progrès doivent porter, d'une part, sur la production des radiations lumineuses, à l'exclusion plus ou moins parfaite des autres, et, d'autre part, sur la substitution de foyers lumineux à faible éclat intrinsèque aux foyers ponctuels dont l'arc voltaïque est actuellement le type le plus parfait. Nous ne savons pas encore produire des radiations exclusivement lumineuses, mais nous savons, depuis Pouillet, augmenter le rapport des radiations lumineuses aux radiations totales, en élevant la température des corps. L'incandescence des charbons dans l'arc voltaïque, celle des lampes électriques à filament de charbon, l'incandescence par le gaz sont autant de moyens qui nous permettent de réduire la chaleur dégagée pour obtenir une quantité de lumière donnée.

Les chiffres suivants relatifs aux quantités de chaleur dégagées par la combustion du gaz dans différents becs, montrent les progrès déjà réalisés pour ce mode d'éclairage.

	Calories (kg-d) par carcel-heure.
Bec bougie à gaz	1000
Bec papillon	660
Bec Bengel	500
Bec Auer	100
Bec Denayrouze	50

A côté des chiffres ci-dessus, il est intéressant de donner ceux qui sont relatifs à l'acétylène et à l'éclairage électrique.

	Calories (kg-d) par carcel-heure.
Acétylène	75
Lampe à incandescence ordinaire non poussée	26
Lampe à incandescence poussée	20
Arc ordinaire de 10 ampères	5

A lumière égale, l'arc dégage donc une quantité de chaleur 200 fois moindre que le bec bougie à gaz, tout en étant à une température incomparablement plus élevée que celle de la flamme de ce bec bougie. Par un simple paradoxe de mots, c'est le foyer le moins chaud qui chauffe le plus, si l'on confond dans la même expression la puissance thermique d'un foyer lumineux et la température à laquelle cette puissance thermique est versée dans le milieu.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il ne semble pas possible d'améliorer beaucoup le rapport des radiations lumineuses aux radiations totales en ayant recours à l'incandescence du charbon, car la température à laquelle ce charbon peut être porté est limitée par sa volatilisation.

Les recherches récentes poursuivies depuis quelques années par Edison, Moore et Tesla sont faites dans une voie essentiellement différente, et dont on commence, malgré l'insuffisance des renseignements qui nous parviennent de l'autre côté de l'Atlantique, à entrevoir la bonne direction.

Au lieu d'utiliser l'énergie électrique à produire l'incandescence à haute température, ces auteurs cherchent à obtenir, directement ou indirectement, des radiations de longueur d'onde du même ordre de grandeur que les radiations lumineuses, en mettant à profit les phénomènes de luminescence produits dans des tubes où l'on a fait le vide et soumis à des séries de décharges électrostatiques très rapides. Ces décharges électrostatiques rapides sont obtenues, soit avec le dispositif bien connu de Tesla, soit en rompant fréquemment dans le vide un circuit électrique à potentiel constant sur une bobine à coefficient de self-induction élevé.

Dans certains cas, ces tubes sont simplement remplis d'air très raréfié, dans d'autres leurs parois intérieures sont garnies de substances fluorescentes qui deviennent puissamment lumineuses sous l'action des décharges électrostatiques. Ces tubes et ces ampoules réalisent des foyers lumineux de grande surface et de faible éclat intrinsèque qui, convenablement répartis dans une enceinte, y répandent un éclairement presque uniforme, plus semblable à celui du jour qu'à celui de nos foyers artificiels.

Nous avons donc actuellement à notre disposition trois grands procédés d'éclairage : le plus ancien est la lumière des flammes, bien inférieur à celui de l'incandescence des matières solides portées à une haute température, procédé qui a atteint aujourd'hui son complet développement. La fin de ce siècle voit naître un troisième et intéressant procédé : la luminescence excitée par des décharges électriques fréquentes à haut potentiel. Si les progrès de ce nouvel illuminant ne nous permettent pas de réaliser l'éclairage idéal dont nous parlions en commençant cet article, ils nous confirmeront du moins dans la conviction que l'on s'approche de plus en plus de la lumière idéale en travaillant à la lumière de l'avenir, lumière prévue, prédite et annoncée sans les prophètes.

É. Hospitalier.

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE
A COURANTS ALTERNATIFS
DE LA *GENERAL ELECTRIC C°* DE SCHENECTADY (E. U.)
ET SES APPLICATIONS

(*Suite et fin*[1].)

Il nous reste à étudier, au point de vue de l'utilisation du matériel à courants alternatifs de la *General Electric Company* et d'après l'*Electrical World*, certaines questions accessoires mais de première importance telles que le calcul des lignes et des pertes auxquelles elles donnent lieu avec les courants alternatifs, le fonctionnement en parallèle des alternateurs, les causes des défauts d'équilibre et les remèdes à y apporter, et la mesure de la puissance des courants alternatifs. Nous les examinerons successivement.

Calcul des lignes. — Avec les courants alternatifs la chute de potentiel est fonction non plus seulement de la résistance ohmique, mais aussi de l'inductance qui, nulle avec les courants continus, a toujours une certaine valeur quand on a affaire aux courants alternatifs. Cette inductance est elle-même fonction de la fréquence et de la self-induction auxquelles elle est liée par la relation $x = \frac{2\pi}{T} L$, et le coefficient de self-induction L, qui dépend de la section du fil et de la distance des conducteurs, peut se calculer dans une condition donnée quelconque.

L'inductance joue un rôle important quand on emploie pour les lignes de forts conducteurs de cuivre. Ainsi, à égalité de fréquence, l'inductance d'un fil de 11,68 mm de diamètre est égale à 2,5 fois sa résistance, tandis que celle d'un fil de 5,264 mm de diamètre n'est que le quart de sa résistance. Aussi y a-t-il avantage à employer des faisceaux de fils aussi fins que possible, de préférence à un seul conducteur de même section. La résistance et l'inductance étant calculées ou fournies par des tables préparées d'avance, il suffit de multiplier chacune d'elles par l'intensité pour avoir la chute de potentiel qui leur est respectivement imputable. Quant à celle due à leur ensemble ou à l'impédance, elle a, comme on sait, pour expression $U = I\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$, ω étant égal à $\frac{2\pi}{T}$.

En ce qui concerne la perte de puissance dans la ligne, elle est simplement exprimée par RI^2, l'inductance qui est en quadrature avec l'intensité ne représentant pas de perte de puissance.

Le calcul exact et complet des conditions d'intensité et de f. é. m. sur une longue ligne est un problème compliqué; mais diverses méthodes permettent en général d'arriver à de très bons résultats approximatifs. En voici un exemple :

Supposons qu'on veuille calculer une ligne capable d'effectuer la transmission triphasée d'une puissance mécanique de 1000 kw sur une distance de 16 km et sous une différence de potentiel de 10 000 volts, avec une fréquence de 60 périodes par seconde. Nous admettrons que le facteur de puissance de la charge, pouvant consister en moteurs d'induction ou en moteurs synchrones et en foyers lumineux, soit de 0,90, ou, en d'autres termes, que la puissance consommée soit égale à 90 pour 100 de la puissance totale transmise. Nous supposerons pour chacun des transformateurs élévateurs et réducteurs de tension une perte par hystérésis de 1,5 pour 100, et une perte de 0,5 pour 100 dans le cuivre, le courant employé à l'aimantation étant d'ailleurs de 4 pour 100, et la chute de potentiel par inductance également de 4 pour 100. Nous admettrons enfin 10 pour 100 comme perte totale sur la puissance transmise. Les pertes totales dans le fer et dans le cuivre des deux transformateurs s'élevant à 4 pour 100 $(1,5 \times 2 + 0,5 \times 2)$, la perte en ligne sera de 6 pour 100.

La différence de potentiel au générateur entre deux conducteurs quelconques est égale à $\frac{10\,000}{\sqrt{3}} = 5775$ volts. Par suite le courant productif pour chaque phase, c'est-à-dire dans chaque conducteur, sera de 58 ampères, puisque chaque phase doit fournir 333 kilowatts :

$$\left(\frac{333\,000 \text{ w}}{5775 \text{ v}} = 58 \text{ A}\right).$$

Comme 6 pour 100 de la tension totale sur chaque conducteur représentent environ 350 volts, la chute de potentiel IR y sera de 350 volts. Avec un facteur de puissance de 0,90, l'intensité totale dans chaque conducteur sera d'ailleurs de $\frac{58}{0,9} = 64$ ampères. Il en résulte qu'on aura $R = \frac{350}{64} = 54$ ohms, ou, puisque la ligne doit avoir 16 km de long, 0,34 ohm par kilomètre. La résistance par kilomètre d'un fil de cuivre de 7,8 mm de diamètre étant de 0,33435 ohm, ce fil remplira sensiblement les conditions exigées. Si l'inductance d'un fil de ce diamètre, à la fréquence de 60 périodes par seconde, est de de 0,44 ohm par kilomètre, soit 7 ohms dans le cas actuel, la chute de potentiel par inductance sera de $7 \times 64 = 448$ volts, soit à peu près 8 pour 100 de la différence de potentiel totale entre deux conducteurs. La perte de charge productive dans le cuivre des deux transformateurs est d'ailleurs deux fois 0,5 ou 1 pour 100, et, celle dans la ligne étant de 6 pour 100, la perte totale de charge productive sera en conséquence de 7 pour 100. La chute de potentiel par inductance dans ces deux transformateurs sera, d'autre part, de deux fois 4 ou 8 pour 100 qui, joints à la perte similaire de 8 pour 100 dans la ligne, donneront une chute totale de potentiel de 16 pour 100 par inductance.

Enfin la perte par hystérésis est de 1,5 pour 100 du

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 10 juin 1896, n° 107, p. 267 et du 25 juin 1896, n° 108, p. 275.

courant productif pour chaque transformateur, soit 3 pour 100 pour les deux, et le courant d'aimantation (sans puissance ou improductif) dans ces deux appareils est de 8 pour 100. La fraction de courant improductive en charge, pour un facteur de puissance égal à 0,9, sera d'ailleurs de $\sqrt{1-\overline{0,90}^2}=0,44$, ou 44 pour 100. Par suite, au générateur, le courant productif est de $0,90+0,03=0,93$, ou 93 pour 100, et le courant sans puissance de $0,44+0,08=0,52$, ou 52 pour 100, ce qui donne pour l'intensité totale $\sqrt{\overline{0,93}^2+\overline{0,52}^2}=1,065$, ou 106,5 pour 100 du courant aux bornes secondaires du transformateur réducteur de potentiel.

Le courant de départ est ainsi de 6,5 pour 100 plus intense que celui d'arrivée.

La tension productive au générateur sera de 0,9, représentant la puissance de la charge, plus 1 pour 100 représentant la chute de potentiel ohmique dans les deux transformateurs, plus 6 pour 100, représentant la même perte sur la ligne, ce qui donne un total de $90+6+1=97$ volts. La tension improductive est de 44 pour 100 correspondant à la puissance non utilisée de la charge, de 8 pour 100 dus à la chute de potentiel par réactance de la ligne, et de 8 pour 100 dus à la chute de potentiel par inductance dans les transformateurs, ce qui donne un total de 60 volts improductifs. La tension au générateur sera, en conséquence, de $\sqrt{97^2+60^2}=114$ volts.

Cette tension au générateur devra donc être supérieure de 14 pour 100 à celle de la station réceptrice, d'où il résulte que la puissance par phase sera, au générateur, 114 fois 106,5 pour 100 ou 121 pour 100 de celle du récepteur, réduisant ainsi à 82 pour 100 le facteur de puissance.

Si l'on doit faire entrer en ligne de compte le courant de charge de la ligne, comme il est d'un quart de période environ en avance sur la f. é. m., on devra le soustraire du courant sans puissance dû à l'inductance et décalé d'un quart de période à peu près en arrière de la f. é. m. Dans ce cas particulier, le courant de charge est de 0,106 ampère par kilomètre ou de 1,7 ampère dans la ligne considérée de 16 km; en d'autres termes, il est égal à 3 pour 100 de l'intensité totale. Le courant improductif total circulant dans ces lignes est donc réellement non pas de 0,52, mais de $0,52-0,03=0,49$, ce qui donne pour le courant total $\sqrt{0,93^2+0,49^2}=1,05$, soit 105 pour 100 au lieu de 106,5 pour 100 précédemment trouvés.

Dans le même ordre d'idées il peut être intéressant de rechercher la possibilité de résonnance dans une ligne analogue à celle qu'on vient de calculer.

On a une résonnance complète quand la self-induction de la ligne est entièrement neutralisée par sa capacité ou quand le courant de charge est assez intense pour développer une f. é. m. de self-induction de même valeur que la f. é. m. qui produit ce courant de charge.

Cette condition étant réalisée, le courant, si la résistance de la ligne était nulle, circulerait indéfiniment sans f. é. m., ou bien, si la ligne était soumise à une f. é. m., celle-ci atteindrait un potentiel infiniment élevé. Il ne peut naturellement jamais en être ainsi, attendu que l'élévation possible de la tension sur la ligne est limitée par sa résistance; mais dans un système quelconque on a toujours affaire à un certain degré de résonnance.

Cherchons donc de combien s'élèvera la tension sur la ligne considérée par suite de cette incomplète résonnance. Nous avons vu que le courant de charge représentait 3 pour 100 du courant total. La chute de potentiel totale, par inductance, entre le générateur et la ligne, est de 12 pour 100, dont 4 dans le transformateur et 8 sur la ligne. Par suite, la f. é. m. de self-induction à pleine charge sera de 0,12 du total, et la f. é. m. de self-induction due au courant de charge sera 0,03 de ces 0,12, soit 0,0036 et l'élévation maxima possible de potentiel ne sera que de 0,36 pour 100.

Ceci repose sur l'hypothèse que la f. é. m. et l'intensité sont de forme sinusoïdale simple. Si la forme de l'onde est plus compliquée, c'est-à-dire si elle se compose d'une onde fondamentale à laquelle sont superposées des harmoniques d'ordre supérieur, la possibilité de résonnance s'en trouve notablement augmentée. Le courant de charge et la f. é. m. de self-induction étant proportionnels à la fréquence, l'effet de résonnance, qui est directement proportionnel à la capacité et à la self-induction, croît comme le carré de la fréquence. Il en résulte que, si l'onde de la f. é. m. n'est pas absolument de forme sinusoïdale, mais possède une triple harmonique notable, l'élévation de potentiel due à la résonnance est plus marquée.

Si la triple harmonique avait la même valeur que l'onde fondamentale, la hausse de potentiel qu'elle produirait en raison d'une résonnance incomplète serait 3×3 fois aussi grande que la différence de potentiel fondamentale, c'est-à-dire 9 fois 0,36 pour 100, ou 3,2 pour 100; mais, comme la triple harmonique n'atteint jamais cette valeur, une hausse de cette importance ne peut se réaliser. Si l'on suppose pour la triple harmonique une amplitude égale à 30 pour 100 de celle de l'onde sinusoïdale fondamentale, elle déterminera une hausse de 30 pour 100 de 3,2 pour 100, ou environ 1 pour 100. Tel est le cas de la ligne ici considérée.

On voit clairement par là que, dans les machines à enroulement uniformément réparti et dont la courbe de f. é. m. est très sensiblement une sinusoïde, on n'a à tenir compte de l'effet de résonnance que pour les longues lignes sur lesquelles on emploie de très hauts potentiels. En opérant comme précédemment pour 1000 kilowatts, mais sur une distance de 160 km et avec 30 000 volts, on trouverait une hausse de résonnance très considérable pour une f. é. m. n'affectant pas une forme réellement sinusoïdale.

Des expériences faites par la *General Electric Company* ont démontré que des transformateurs alimentés par des f. é. m. sinusoïdales et non sinusoïdales donnent pour les noyaux des pertes extrêmement différentes d'un cas à

l'autre, cette différence pouvant atteindre jusqu'à 10 pour 100. Tout dépend de la dépression plus ou moins grande du sommet de l'onde. La valeur maxima de l'onde aplatie étant inférieure à celle de l'onde sinusoïdale d'aimantation correspondant à une f. é. m. sinusoïdale, et la perte dans le noyau dépendant de l'aimantation maxima, cette dernière perte est moindre avec une onde aplatie qu'avec une onde sinusoïdale.

Fonctionnement des alternateurs en parallèle. — Bien que ce mode de fonctionnement ait fait ses preuves, il n'en est pas moins vrai que certaines machines s'y prêtent mieux que d'autres.

Les machines à noyau lisse ne valent pas à certains égards les machines à noyau rainé, par suite de ce fait qu'une légère différence dans l'excitation des inducteurs de l'une des machines détermine le passage d'un courant transversal de grande intensité de l'une à l'autre, ce qui les charge d'un courant improductif. De plus, si les machines ne sont pas en synchronisme parfait quand on les accouple, la fermeture de l'interrupteur donne lieu à un courant transversal d'une extrême intensité.

Une machine à self-induction très élevée ne convient pas en ce qu'elle ne permet pas le passage d'un courant synchronisant entre les machines. En conséquence, les meilleurs moteurs ou générateurs synchrones pour fonctionnement en parallèle doivent, au point de vue commercial, avoir une self-induction modérée, c'est-à-dire être du type rainé, et avoir une réaction d'induit relativement faible.

On peut aisément déterminer le moment où deux alternateurs simples sont en synchronisme en reliant en série les secondaires de deux transformateurs avec une ou plusieurs lampes, dont les primaires sont respectivement connectés avec une des machines. Il y a synchronisme entre elles lorsque les lampes s'éteignent.

Dans la synchronisation des générateurs triphasés, il faut avoir soin que les trois phases soient en concordance. Le mode le plus simple et le plus sûr de s'en assurer consiste à monter en série sur chaque paire de branchements une file de lampes en tension et à observer le moment où les trois files sont au sombre ; on peut alors

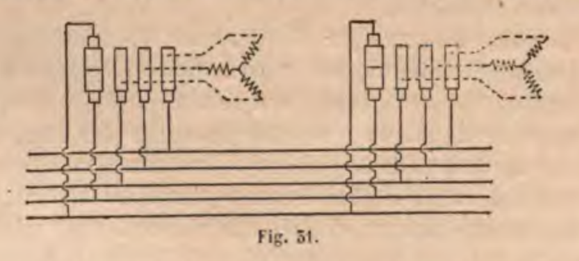


Fig. 31.

mettre les machines en parallèle. Avec des potentiels élevés, il est préférable d'employer des transformateurs.

Si les machines sont auto-compensatrices, il ne suffit pas de relier en parallèle leurs conducteurs principaux seulement ; il faut encore relier de même leurs enroulements en série. On peut le faire comme l'indique la figure 31. Si le commutateur n'est appliqué que sur deux branchements, il faut, pour synchroniser correctement, avoir grand soin, non seulement de synchroniser les trois phases, mais aussi de synchroniser simultanément les deux phases particulières munies de commutateurs.

Défaut d'équilibre des alternateurs. — Un des inconvénients de la distribution polyphasée est la possibilité d'un défaut d'équilibre entre les différents circuits. Bien que ce défaut soit beaucoup moins fréquent qu'on ne le suppose, il se présente; mais, avec un peu de soin dans l'installation, il sera à peine sensible si les machines règlent bien.

Sans qu'il soit possible de donner de règles fixes à cet égard, en raison de l'influence du type de machine, des conditions de la ligne, etc., il est indiqué, pour éviter les défauts d'équilibre, de suivre la règle de répartition de charge avec le même soin que dans la distribution à trois fils.

Dans le système monocyclique, il n'y a pas de défaut d'équilibre appréciable, toute la charge étant sur le même circuit et ce circuit étant le seul soumis à l'action de la machine.

Dans tous les cas, il n'a pas d'influence sérieuse sur les potentiels.

Mesure de la puissance des courants alternatifs. — Dans le système alternatif simple, on peut aisément mesurer la puissance fournie par un générateur à l'aide d'un wattmètre dont l'une des bobines est intercalée en série sur l'un des conducteurs et l'autre en dérivation entre les deux fils de ligne. La lecture en watts se fait directement.

La puissance apparente est donnée par le produit de l'intensité et de la différence de potentiel, et, pour avoir le facteur de puissance, il suffit de diviser par ce produit les lectures fournies par le wattmètre.

La détermination de cette puissance est presque aussi facile pour le système triphasé.

Le premier mode de procéder qui se présente à l'esprit consiste à employer trois wattmètres dont chacune des bobines à gros fil est intercalée dans une des lignes, et la bobine à fil fin entre les trois lignes de phase différente. On obtient ainsi par addition la puissance totale; mais, comme tous les alternateurs ne sont pas montés en étoile (ce qui est nécessaire pour donner une connexion commune), on ne peut pas toujours recourir à cette méthode, qui a d'ailleurs l'inconvénient d'exiger trois appareils et est ainsi coûteuse et compliquée.

Si la charge est également répartie entre les trois branches, les trois appareils donnent la même indication; il suffit donc d'un seul appareil, dont la lecture multipliée par 3 fournira le total cherché.

Une autre manière de procéder dans ce cas consiste à employer deux wattmètres seulement, dont les bobines de gros fil sont reliées à deux des lignes, et les bobines de fil fin entre ces deux lignes respectives et la troisième, comme l'indique la figure 32. Si le facteur de puissance

de la machine est supérieur à 50 pour 100, les wattmètres donneront des indications dans un sens; s'il est inférieur à cette fraction, l'un des wattmètres donnera des indications de sens contraire, et, pour avoir des lectures positives, il suffira de renverser les connexions à cet appareil. La puissance totale sera, dans le premier cas, la somme, et, dans le second cas, la différence des deux lectures relevées.

Au lieu de deux wattmètres indépendants, on peut n'en

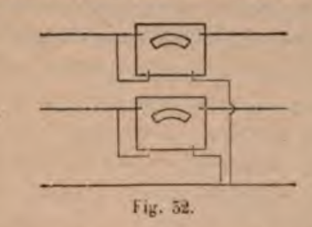


Fig. 52.

employer qu'un seul, muni de deux bobines induites et de deux bobines inductrices.

On peut enfin, dans une troisième méthode, recourir à un point neutre artificiel, avec trois wattmètres si la charge est inégalement répartie et un seul si elle est bien équilibrée. Pour obtenir le point neutre artificiel, c'est-à-dire une connexion commune artificielle, il est nécessaire d'avoir trois résistances reliées entre elles, partant chacune de l'une des lignes et de valeur telle qu'elles soient égales à la résistance des trois circuits (y compris pour l'un la résistance du wattmètre).

La puissance totale, c'est-à-dire la puissance apparente fournie par l'alternateur triphasé, est en watts le produit de la tension en volts entre les lignes multipliée par l'intensité en ampères dans ces lignes et multipliée encore par $\sqrt{3}$; autrement dit, $1{,}73 \times$ volts $\times$ ampères. Le facteur de puissance a, par suite, pour valeur le rapport $\frac{\text{puissance réelle}}{1{,}73 \times \text{puissance apparente}}$.

Dans le système diphasé, on peut mesurer la puissance avec un wattmètre dans chacun des circuits individuels, comme pour le système ordinaire. A charge également répartie entre les circuits, la puissance totale sera égale au double de la puissance dans une seule phase, c'est-à-dire double de la puissance donnée par un seul wattmètre dont le gros fil est intercalé dans une des lignes, et le fil fin mis en dérivation sur les lignes de même phase. En cas de répartition inégale de la charge, il faut avoir recours à deux wattmètres, et la puissance totale est donnée par la somme des deux lectures. Quand il y a équilibre, la puissance apparente totale est égale à 2 fois le produit de la différence de potentiel entre les conducteurs d'une des phases par l'intensité correspondante; s'il n'y a pas équilibre, elle est fournie par la somme des produits de la différence de potentiel par l'intensité pour chaque phase. Le facteur de puissance a, en conséquence, pour valeur le rapport $\frac{\text{puissance réelle}}{\text{puissance apparente}}$.

Ces questions de chaque jour, qui intéressent au plus haut point l'ingénieur, ne lui sont pas encore tellement familières qu'il ne soit opportun de lui en fournir à l'occasion les éléments de solution pratique. Tel est le but de cet article. E. B.

OHMMÈTRE PORTATIF

DE MM. CHAUVIN ET ARNOUX

Cet instrument est basé sur le principe du pont de Wheatstone : ces indications sont donc indépendantes de la valeur absolue et des variations de la f. é. m. de la source employée pour effectuer la mesure.

Schématiquement, c'est une modification très ingénieuse du pont à fil divisé (fig. 1) : un des bras de pont est constitué par la résistance x à mesurer; l'autre bras de la même branche par rapport à la pile comporte une série de bobines telles que, pour les positions 1, 2, 3, 4, 5 du curseur C′, ce bras de pont représente respectivement

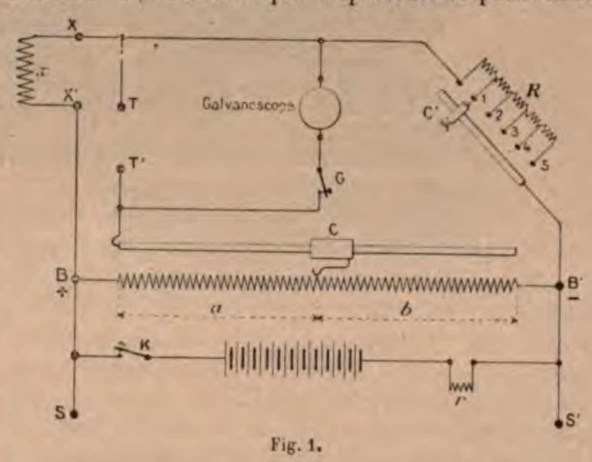


Fig. 1.

des résistances de 10, 100, 1000, 10 000 et 100 000 ohms ou 10^1, 10^2, 10^3, 10^4 et 10^5 ohms; les numéros indiquant les différentes positions du curseur C′ sont donc les exposants des puissances de 10 qui représentent successivement la valeur en ohms de la résistance R de ce bras.

La seconde branche du pont est constituée par un fil de maillechort de 0,1 mm de diamètre enroulé sur un cylindre de laiton verni au four; le fil isolé à la soie est bobiné au tour à fileter avec un pas très légèrement supérieur au diamètre de ce fil guipé; grâce à cette précaution, le fil ne peut jamais s'appuyer sur celui enroulé précédemment; comme du reste il est facile d'exercer une traction constante, on obtient de la sorte un enroulement très régulier.

Le bobinage terminé, on badigeonne à la gomme-laque, et après séchage on dénude les fils au grattoir parallèlement à une génératrice du cylindre-rhéostat et sur une largeur de 5 mm environ; c'est sur cette surface dénudée que vient s'appuyer le contact du curseur C correspondant à l'une des bornes du galvanoscope.

Le curseur C (fig. 1 et 2) porte un index et peut glisser sur une règle dont la graduation donne directement le rapport $\frac{a}{b}$ des résistances des deux portions du fil divisé dont la somme $a+b$ est constante et égale à environ 2200 ohms. En déplaçant le curseur de B vers B′ le long de la règle, on fait varier la valeur du rapport $\frac{a}{b}$ de 0 à $+\infty$, et ceci d'une manière pratiquement continue, étant donnée la finesse du fil employé pour le bobinage du cylindre. Il en résulte qu'une mesure est toujours possible quelle que soit la valeur R de la résistance de comparaison; mais on devra toujours s'approcher le plus possible de $R=x$ pour obtenir le maximum de sensibilité.

Le galvanoscope à aimant permanent employé comme instrument de réduction à zéro est analogue en principe aux ampèremètres et voltmètres de MM. Chauvin et Arnoux; il possède une grande sensibilité et l'amortissement des déviations est assuré par l'emploi de deux bagues en cuivre pur entre lesquelles est serti le cadre mobile.

Comme il s'agit d'un appareil portatif, susceptible d'être soumis à des secousses parfois violentes, on ne pouvait guère songer au montage sur pivots, s'émoussant toujours par les chocs; on a adopté un système de suspension du cadre mobile entre deux ressorts à boudin en argent méplat qui ont une grande résistance à la torsion; on écarte ainsi toute chance de rupture des fils de suspension, en obtenant néanmoins une sensibilité supérieure à celle de systèmes plus délicats.

Il est bon de remarquer que la sensibilité du galvanoscope n'est pas affectée par le voisinage de dynamos ou autres appareils à fortes dérivations magnétiques, étant



Fig. 2. — Ohmmètre portatif de MM. Chauvin et Arnoux.

donnée l'importance du flux issu de l'aimant permanent; c'est là un avantage très appréciable dans la pratique des stations centrales.

Le cadre mobile porte une aiguille d'aluminium dont les déplacements sont amplifiés par une forte loupe; un repère indique le zéro auquel on doit ramener l'aiguille avant toute mesure, en agissant sur la tête de torsion du ressort de suspension.

Les connexions de la pile sont faites de telle sorte que deux flèches de directions contraires, tracées de part et d'autre du repère de l'aiguille et parallèlement à la règle divisée, indiquent clairement de quel côté on doit pousser le curseur pour obtenir l'équilibre.

La f. é. m. nécessaire aux mesures est fournie par une batterie de 12 éléments secs, donnant environ 18 volts; ces éléments sont logés dans une caisse qui vient se fixer sous celle de l'ohmmètre au moyen de deux barrettes établissant en même temps les connexions électriques.

L'ensemble formé par les deux caisses, ohmmètre et piles, est très aisément transportable; l'ohmmètre seul ne pèse pas plus de 2,5 kg.

Le bouton K ferme le circuit de la pile; le bouton G celui du galvanoscope.

Pour faire une mesure, la résistance à mesurer étant branchée aux bornes X et X′, il faut d'abord appuyer sur le bouton K (pile), puis sur le bouton G (galvanoscope), observer la déviation de l'aiguille et pousser le curseur dans le sens indiqué par la flèche correspondante à cette déviation; on opérera ainsi jusqu'à ce que l'aiguille du galvanoscope reste au zéro lorsque l'on pousse à nouveau les boutons K et G; on conçoit que ceci se fasse très rapidement.

Le calcul est on ne peut plus simple; en effet, l'équilibre étant établi, on a

$$x=\frac{a}{b}\cdot R=\frac{a}{b}\cdot 10^{n}.$$

Or, $\frac{a}{b}$ est lu directement sur la règle divisée, et la valeur de n est donnée par le curseur C′ : il suffit donc de multiplier un nombre lu sur une règle par une puissance n de 10 également indiquée, ce qui se fait mentalement et à peu près instantanément.

Lorsqu'il s'agit de mesurer de faibles résistances, on doit, pour la sensibilité, prendre la première résistance intermédiaire, celle de 10 ohms; il en résulte que les piles seraient soumises à un débit trop fort et se polariseraient aussitôt; pour éviter cette polarisation, une bobine r ayant une résistance de 100 ohms est intercalée en permanence dans le circuit de la pile. Du reste, cette résistance n'agit en aucune façon sur la sensibilité des mesures faites avec des résistances plus élevées, car elle est pratiquement négligeable devant ces résistances et celles du fil divisé et de l'autre bras de pont.

Pour la mesure de résistances électrolytiques, il est bon de remplacer la pile par une source à courants alternatifs; on a prévu à cet effet deux bornes S et S' pour le secondaire (haute tension) d'une petite bobine de Ruhmkorff; dans ce cas, on remplace le galvanoscope par un téléphone branché aux deux bornes T et T'; comme il est souvent difficile d'arriver à l'extinction complète, on prend la position moyenne entre deux lectures correspondant à deux sons d'égale intensité mais aussi faibles que possible, de part et d'autre du son d'intensité minima.

On ne peut obtenir ainsi une mesure exacte que si la résistance x ne présente pas de capacité appréciable, à moins que cette capacité ne se trouve exactement compensée, soit par une self-induction en tension avec cette capacité, soit par une capacité égale montée sur l'autre branche du pont; c'est ce qui se présente entre autres pour le corps humain.

Pour ce qui est des mesures industrielles, l'appareil que nous venons de décrire est appelé à rendre de nombreux services; il permet de mesurer rapidement et avec une approximation moyenne d'environ 0,5 pour 100 des résistances pouvant varier de 0,1 ohm à 20 mégohms, c'est-à-dire qu'il répond aux cas les plus divers qui peuvent se présenter dans la pratique industrielle (résistances d'appareils courants : bobines de téléphones, sonneries, rhéostats de lampes à arc, bobines inductrices de dynamos; résistances d'isolement). Étant donnés l'ingéniosité dépensée par les constructeurs dans la création de cet instrument, les services nombreux que l'on peut en attendre et son faible poids qui permet de le porter aisément à la main, il est certain que son emploi se généralisera très rapidement. PAUL GIRAULT.

A PROPOS DE LA MESURE

DES COURANTS TRIPHASÉS

L'Industrie électrique du 10 mai 1896 (nº 105) a publié un article de M. Behn-Eschenburg, dans lequel l'auteur indique une méthode de mesure qui permet d'évaluer au moyen d'un wattmètre ordinaire et par une seule opération, la puissance transmise par une ligne triphasée quand les différentes branches sont également chargées et quand le point neutre n'existe pas ou n'est point accessible. L'auteur va plus loin, et prétend, mais à tort, que cette méthode peut être appliquée quand les branches sont inégalement chargées. L'erreur est du reste facile à démontrer en se rapportant au schéma donné par l'auteur (fig. 5).

En effet, si le courant qui passe dans la branche I s'annule, le wattmètre indique zéro tandis que le réseau transmet une puissance qui s'exprime aisément aussitôt que l'on connaît le courant qui passe dans les branches. II et III, la différence de potentiel entre elles et le décalage

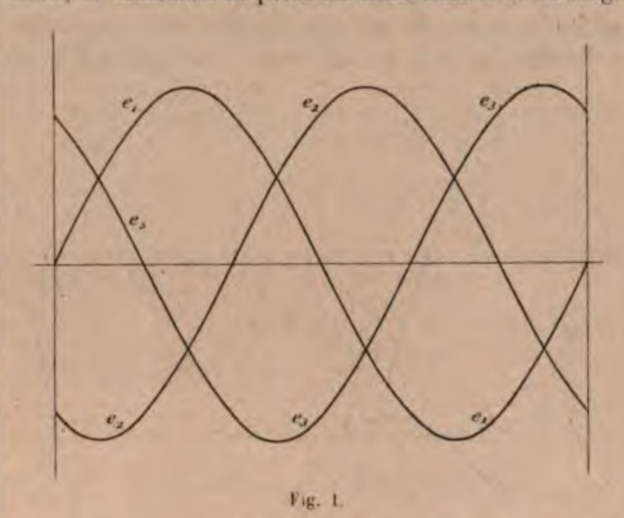


Fig. 1.

entre les phases de la f. é. m. et du courant. Il est vrai que dans ce cas on pourrait nous dire qu'il n'y a plus de courant triphasé aussitôt qu'une branche est complètement déchargée, mais que l'on a affaire à un courant alternatif simple pour lequel la méthode ne peut être appliquée. Afin de ne pas nous exposer à cette objection et pour prouver que la méthode en question est fausse aussitôt que les branches sont chargées inégalement, nous supposerons que l'on ait entre la branche I et II une résistance égale à R entre II et III une résistance double, c'est-à-dire égale à 2 R et finalement entre III et I une résistance égale à 3 R. Ces résistances sont pour plus de simplicité supposées non inductives.

Plaçons notre appareil aussi près que possible des bornes de la génératrice, et négligeons les pertes de charges par résistance ohmique dans les trois enroulements de l'induit et des bornes à l'instrument. On peut dire que les forces électromotrices induites dans les trois enroulements seront sensiblement égales malgré la charge inégale des branches. On peut donc tracer les sinusoïdes e_1, e_2, e_3 représentant la variation de ces forces électromotrices aux bornes par rapport au temps. Connaissant à chaque instant la différence de potentiel entre deux branches et la résistance intercalée entre elles, on en déduit les valeurs des courants $i_{1,2}$; $i_{2,3}$; $i_{3,1}$ qui traversent les résistances R, $2R$ et $3R$ et finalement en additionnant respectivement les courants $i_{1,2}$ et $i_{1,3}$;

$i_{1,2}$ et $i_{1,3}$; $i_{3,1}$ et $i_{2,3}$ on obtient les courants qui passent par les branches principales I, II, III (fig. 2, 3 et 4). On voit que ces courants ont des valeurs maxima très différentes et que le courant dans la branche II est beaucoup plus fort que ceux des deux autres branches. Le courant III est le plus petit.

Si maintenant nous supposons que la bobine à gros fil du wattmètre soit intercalée dans le circuit I, nous aurons une certaine déviation qui, suivant l'auteur, donnerait la mesure de la puissance totale. En déplaçant l'appareil et en faisant passer le courant III dans la bobine, la déviation devrait être la même, puisque aussi elle doit mesurer la puissance totale; mais il est visible qu'il n'en sera pas ainsi. La déviation sera proportionnelle dans les deux cas au courant multiplié par le co-

Fig. 2.

sinus de l'angle de décalage qui existe entre lui et le courant qui passe dans la bobine à fil fin. Nous ferons voir plus loin que ce courant est nécessairement en phase avec la force électromotrice qui agit dans le circuit principal. Que l'on place l'appareil comme le montre la figure 5, ou comme l'indique la figure 6, le courant qui circule dans la bobine de fil fin a la même valeur, et comme les courants principaux sont différents, les indications du wattmètre seront aussi différentes, et aucune d'elles ne donnera la mesure de la puissance totale. Mais bien au contraire, si l'on divise l'indication par trois, on aura la puissance transmise par la branche dans laquelle est intercalée la bobine de gros fil.

Remarquons en passant que par suite de l'inégalité des résistances R, $2R$ et $3R$ intercalée entre les ponts, les courants ne sont plus en phase avec leurs forces électromotrices respectives, bien que ces résistances aient été supposées non inductives. Le courant I par exemple avance d'environ 16° sur la force électromotrice e_1, le courant II retarde par contre d'environ 7°

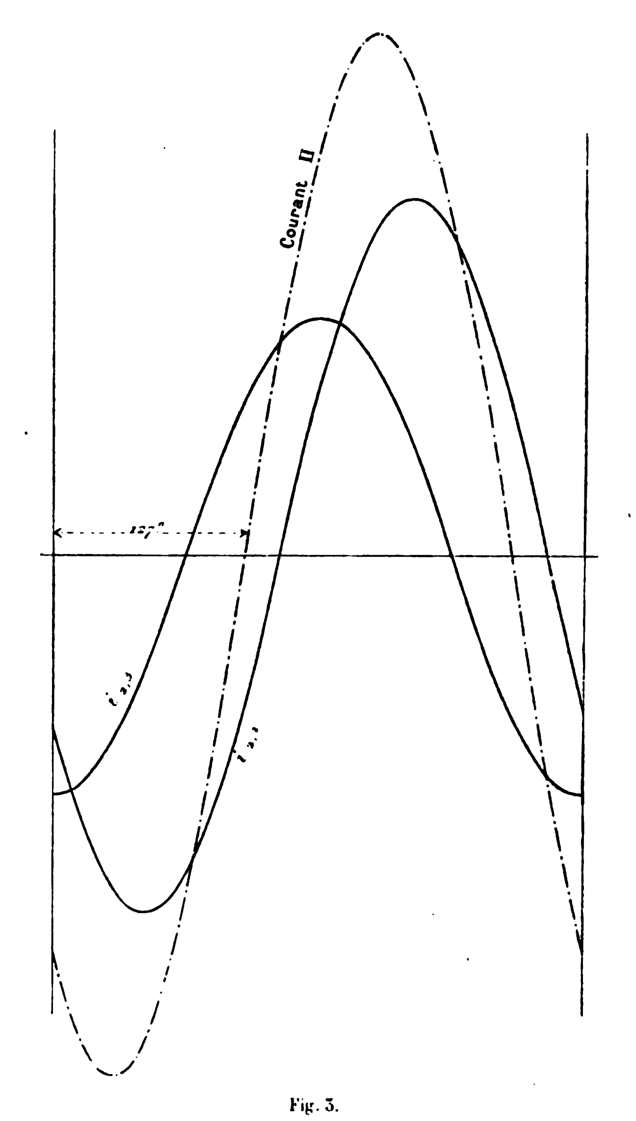


Fig. 3.

sur e_2 et le courant III retarde aussi de 11° environ sur e_3.

Ainsi donc la méthode indiquée par M. Behn-Eschenburg ne peut être employée lorsque les ponts sont inégalement chargés. Mais quand la charge est répartie uniformément sur les trois branches, cette méthode donne des résultats exacts. L'auteur n'en a cependant pas donné démonstration pour en prouver l'exactitude. Cette démonstration peut être faite de la manière suivante.

Supposons le wattmètre branché comme l'indique la figure 5. On peut écrire pour les différences de potentiel

entre les bornes de la génératrice et le point neutre, les équations suivantes :

$$e_1 = \text{E} \sin (\omega)$$
$$e_2 = \text{E} \sin (\omega - 120)$$
$$e_3 = \text{E} \sin (\omega - 240)$$

E représentant la valeur maxima de la force électromotrice aux bornes.

Le courant qui passe dans la résistance r_1 sera pro-

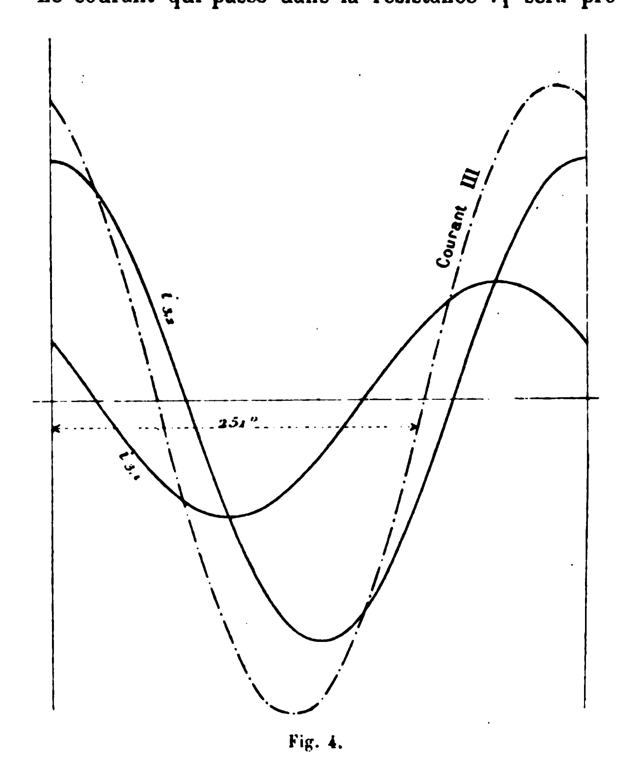


Fig. 4.

portionnel à la différence de potentiel entre les branches I et II et pourra s'écrire

$$\frac{e_1 - e_2}{r_1} = \frac{E}{r_1}[\sin \omega - \sin (\omega - 120)].$$

En développant cette expression on arrive à

$$\frac{e_1 - e_2}{r_1} = \frac{\sqrt{3}E}{r_1} . \sin (\omega + 30).$$

Le courant qui circule dans l'autre résistance r_2 sera proportionnel à la différence de potentiel entre les bran-

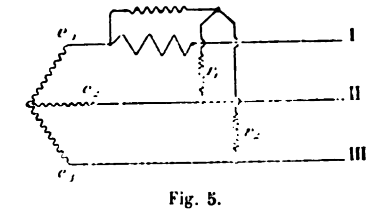


Fig. 5.

ches I et III, on aura donc sa valeur à chaque instant au moyen de l'équation

$$\frac{e_1 - e_3}{r_2} = \frac{r_2}{E} [\sin \omega - \sin (\omega - 240)],$$

expression qui développée se ramène à

$$\frac{e_1 - e_3}{r_2} = \frac{\sqrt{3}E}{r_2} \sin (\omega - 30)$$

et comme c'est la somme de ces deux courants qui passe

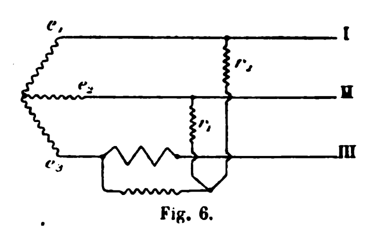


Fig. 6.

dans la bobine mobile, on peut écrire pour ce courant composé :

$$\left(\frac{e_1 - e_2}{r_1}\right) + \left(\frac{e_1 - e_3}{r_2}\right) = \sqrt{3}E \left[\frac{1}{r_1} \sin \omega + 30) + \right.$$
$$\left. + \frac{r_2}{1} \sin (\omega - 30)\right]$$

mais puisque les deux résistances r_1 et r_2 sont égales, on peut poser

$$r_1 = r_2 = r$$

et notre expression devient

$$\frac{1}{r}[(e_1 - e_2) + (e_1 - e_3)] = \frac{\sqrt{3} . E}{r} [\sin (\omega + 30) +$$
$$+ \sin (\omega - 30)],$$

en développant et en simplifiant on arrive à

$$\frac{1}{r}[(e_1 - e_2) + (e_1 - e_3)] = \frac{\sqrt{3} . \sqrt{3}}{r} . E . \sin (\omega) =$$
$$= \frac{3E}{r}, \sin (\omega).$$

Le courant qui traverse la bobine est donc en phase avec la force électromotrice e_1, il est de plus proportionnel à cette force électromotrice multipliée par le facteur 3. Il est visible que la déviation du wattmètre sera trois fois plus grande que si on l'avait intercalé entre une branche quelconque et le point neutre, et que cette mesure unique remplace au fond les trois mesures que l'on pourrait effectuer entre les trois branches et le point neutre.

On peut du reste arriver plus facilement au résultat et se convaincre *de visu* que cette méthode est bien exacte. Il suffit de tracer les trois sinusoïdes e_1, e_2, et e_3 représentant les forces électromotrices aux bornes de la dynamo qui sont les différences de potentiel entre le point neutre et ces bornes (fig. 1) et de tracer ensuite les courbes sinusoïdales $(e_1 - e_2)$ $(e_1 - e_3)$ qui, additionnées, donnent immédiatement la courbe $(e_1 - e_2) + (e_1 - e_3)$. Il est visible alors, puisque les résistances r_1 et r_2 sont égales et non inductives, que le courant qui traverse la bobine mobile est en phase avec e_1 et proportionnel à $3e_1$.

Boy de la Tour.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 14 juin 1895.

Sur la résonnance multiple des ondulations électriques. — Note de M. Nils Strindberg, présentée par M. Poincaré. — On sait en quoi consiste le phénomène de la résonnance multiple découverte par MM. Sarasin et de la Rive. En explorant avec un résonnateur hertzien un système d'ondes électromagnétiques stationnaires, on trouve un internœud indépendant de la forme et des dimensions de l'excitateur qui a produit les ondes, et dépendant seulement de la forme et des dimensions du résonnateur à l'aide duquel on les observe.

Dans l'interprétation théorique de ce phénomène qu'ont donnée MM. Poincaré et V. Bjerknes, la loi de Sarasin et de la Rive n'est qu'un cas limite se rapportant à une loi plus générale. D'après cette manière de voir, ce qu'on observe est toujours le résultat de la superposition de deux systèmes d'ondes, dont l'un dépend de la période de l'excitateur, l'autre de celle du résonnateur; de ces deux systèmes, le prédominant sera celui qui a le plus petit amortissement. On prévoit donc l'existence de deux cas limites simples et d'un cas intermédiaire plus compliqué :

1° L'amortissement du résonnateur est petit par rapport à celui de l'excitateur, on observera un internœud dépendant exclusivement de la période propre du résonnateur : c'est le premier cas limite où est valable la loi de Sarasin et de la Rive.

2° Les amortissements des deux instruments sont du même ordre de grandeur : on trouvera un internœud moins régulier et dans lequel on constate une dépendance de la forme et des dimensions de l'excitateur, ainsi que du résonnateur.

3° L'amortissement de l'excitateur est petit, relativement à celui du résonnateur : on observera un internœud correspondant à la période propre de l'excitateur. C'est le second cas limite où se manifeste une loi diamétralement opposée à la loi de Sarasin et de la Rive.

Ces conséquences de la théorie peuvent être soumises à l'épreuve expérimentale. Je l'ai fait une fois déjà en mesurant l'internœud, comme l'ont fait MM. Sarasin et de la Rive, à l'aide de l'étincelle secondaire, et j'ai réussi à constater ainsi l'existence des trois cas que nous venons d'énumérer(1). J'ai obtenu maintenant des résultats plus complets en substituant à l'observation des étincelles l'observation de la chaleur de Joule dégagée dans les résonnateurs. De cette manière, j'ai déterminé non seulement l'internœud, mais aussi la forme complète des courbes d'interférence.

(1) Strindberg, *Archives des sciences physiques et naturelles de Genève*, t. XXXII, p. 129; 1894.

L'instrument dont je me suis servi est l'électro-dynamomètre hertzien un peu modifié : deux fils d'argentan, de 0,02 mm de diamètre et de 10 cm de longueur, tendus parallèlement à 2 mm de distance, se détendent par l'échauffement, quand ils sont traversés par les courants alternatifs du résonnateur, et produisent une déviation d'une légère aiguille qui est attachée transversalement aux fils. Ces déviations s'observent à l'aide d'un microscope. Un résonnateur où l'on a inséré cet instrument peut être transporté le long des fils conduisant les ondes presque aussi facilement qu'un résonnateur à micromètres d'étincelles. Au reste, la disposition expérimentale était la même que celle que j'ai décrite dans le Mémoire cité, sauf que les fils conducteurs avaient 30 m de longueur et que le plan du résonnateur était parallèle au plan contenant les fils.

J'ai obtenu les neuf courbes représentant les résultats de trois séries d'expériences. Dans chaque série, j'ai employé un résonnateur invariable; l'excitateur fut arrangé de façon à émettre successivement des ondes aux trois longueurs différentes; ces longueurs et les décréments logarithmiques correspondants, je les ai chaque fois déterminés séparément par une méthode directe, où je n'ai pas employé de résonnateur.

Dans le cas n° 1, le résonnateur à fil de cuivre a été faiblement amorti tandis que l'excitateur a eu le décrément considérable de 1,1, les fils qui recueillent les ondes passant à 1 cm de distance seulement du fil conducteur de l'excitateur(1). Dans les expériences, l'excitateur a eu les longueurs d'ondes de 5,6 m, 6,8 m, 9,4 m, respectivement. Avec le résonnateur, on observe une courbe d'interférence d'un internœud constant de 5,5 m. Dans ce cas, la loi de Sarasin et de la Rive se trouve réalisée rigoureusement.

Dans le cas n° 2, on a augmenté l'amortissement du résonnateur en substituant au fil de cuivre un fil de fer de 0,1 mm de diamètre. Quand l'excitateur émet des ondes de 5,9 m, 6,9 m et 10,0 m de longueur respectivement, la courbe d'interférence obtenue avec le résonnateur montre l'internœud 6,4 m, 7,2 m, 8,2 m. Il est évident que la loi de Sarasin et de la Rive, en vertu de laquelle on s'attendrait à trouver un instrument invariable, ne s'applique plus au cas présent; d'autre part, l'internœud diffère aussi considérablement de celui de l'excitateur. On a donc réalisé le cas compliqué où l'influence des deux instruments se fait sentir également.

Dans le cas n° 3, j'ai diminué le décrément de l'excitateur de 1,1 à 0,5 en choisissant une distance de 5 cm séparant le fil de l'excitateur de celui qui sert à transmettre les ondes(1). Quand l'excitateur émet des ondes de 5,5 m, 7,5 m, 12,0 m de longueur, la courbe d'interférence obtenue avec le résonnateur montre l'internœud 5,5 m,

(1) Bjerknes, *Archives de Genève*, t. XXVI, p. 297; 1891; *Bihang till. k. swinska vetenskapsakademiens handlingar*, t. XX, Afd. I, n° 5, § 72.

7,6 m, 11,9 m presque identique à celui de l'excitateur. On a donc très approximativement réalisé le second cas limite qu'exige la théorie, mais qui n'est conforme à la loi des deux savants de Genève que si, dans l'énoncé de cette loi, on transfère à l'excitateur le rôle du résonnateur.

Au point de vue qualitatif, la théorie de MM. Poincaré et Bjerknes se trouve ainsi complètement vérifiée. J'espère approfondir plus tard la question en développant l'équation des courbes d'interférence, ce qui permettra de discuter les expériences au point de vue quantitatif.

Aimantation non isotrope de la magnétite cristallisée. — Note de M. Pierre Weiss. (*Extrait.*) — La magnétite Fe^3O^4 est le seul corps fortement magnétique que l'on connaisse sous forme de cristaux un peu considérables. Je me suis proposé de rechercher si sa structure cristalline aurait quelque influence sur les lois de son aimantation.

La magnétite est cristallisée dans le système cubique. Les expériences ont été faites sur des prismes taillés dans les directions des axes ternaire, binaire et quaternaire et sur des disques de différentes orientations. Par suite de la petitesse des échantillons naturels, j'ai rencontré d'assez grandes difficultés d'exécution et j'ai été obligé de recourir à des méthodes nouvelles pour lesquelles je renvoie à un Mémoire détaillé qui paraîtra incessamment [1].

En se laissant guider par l'identité de propriétés optiques des corps isotropes et des corps cubiques, on doit s'attendre à trouver les mêmes propriétés mathématiques dans toutes les directions. L'expérience est venue contredire cette hypothèse. (Suivent les détails et les résultats des expériences.)

Il résulte des expériences que l'aimantation de la magnétite cristallisée, tout en étant variable avec la direction, satisfait pleinement à la symétrie cubique.

Séance du 22 juin 1896.

Sur les rayons X. — Note de M. C. Maltézos, présentée par M. A. Cornu. (*Extrait.*) — Dans la séance du 18 mai j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie des considérations théoriques sur les radiations à longueur d'onde infiniment petite en les rapprochant des rayons X et je conclus qu'on peut expliquer le fait du différent pouvoir absorbant des corps avec la densité, en supposant que l'indice de réfraction diffère très peu de l'unité. Dans cette hypothèse la réfraction et la polarisation seront très faibles.

Si l'on suppose au contraire λ exactement égal à zéro, la réfraction sera rigoureusement nulle, ainsi que la polarisation. Les expériences, quant à présent, ne sont pas nettement concluantes sur ce point. Cependant, d'après les expériences les plus précises, M. Gouy a observé de petites déviations qui, si elles étaient expliquées par la réfraction, prouvent que n diffère de l'unité de moins de $\frac{1}{200000}$.

J'avais écarté précédemment le cas de $\lambda = 0$, surtout parce que je ne voyais pas alors comment expliquer le fait du différent pouvoir absorbant avec la densité. Maintenant, ayant été, je le pense au moins, plus heureux, je reviens sur ce point.

Conclusions. — Si l'expérience démontre que la réfraction des rayons X n'est pas rigoureusement nulle, les radiations sont transversales, à longueur d'onde infiniment petite : ce sont des *hyper-ultra-violettes*, et les conclusions de ma Note précédente doivent être maintenues. Si, au contraire, la réfraction est absolument nulle, on doit en conclure que $\lambda = 0$, car dans ce cas aussi toutes les propriétés optiques se démontrent théoriquement; elles seront donc des *radiations limites*. Mais, cela étant démontré expérimentalement, il ne faut pas rejeter l'existence des rayons hyper-ultra-violets. Ils doivent exister. Peut-être par d'autres procédés (phosphorescence des rayons invisibles des sels d'uranium de M. H. Becquerel qui se réfractent et se polarisent), il y a émission de radiations hyper-ultra-violettes, si, je le répète, l'expérience démontre que les tubes de Crookes ne sont pas capables d'en émettre.

Procédé de désargentation électrolytique des plombs argentifères. — Note de M. D. Tommasi, présentée par M. Moissan. — Le principe sur lequel est basé ce procédé consiste à électrolyser une solution plombique qui non seulement possède une résistance électrique excessivement faible, mais encore ne donne pas naissance à du peroxyde de plomb (PbO^2), et à prendre l'alliage argentifère lui-même pour anode et un disque métallique inattaquable par le bain pour cathode.

Sous l'action du courant, le plomb des anodes entre en dissolution et se transporte sous forme de cristaux spongieux sur le disque qui sert de cathode, tandis que tout l'argent contenu dans le plomb, étant insoluble dans le bain, se dépose au fond de la cuve dans un récipient perforé destiné à le recueillir.

Voici maintenant la marche à suivre pour extraire électrolytiquement l'argent du plomb argentifère.

On fond le plomb argentifère, puis on le coule dans des moules ayant la forme et l'épaisseur que l'on désire donner aux anodes.

Cela fait, on suspend chaque anode à l'une des deux tiges métalliques qui se trouvent placées vers la partie supérieure de l'électrolyseur [1].

Chaque tige métallique est munie d'une vis sans fin et d'écrous. Aux extrémités de ces tiges sont fixées les bornes destinées à relier électriquement les anodes entre elles et le tout au pôle positif de la dynamo.

Ce dispositif a pour but non seulement de maintenir à une distance déterminée les électrodes entre elles, mais encore de pouvoir les rapprocher lorsque cette distance deviendrait trop grande, par suite de l'usure progressive des anodes.

---

[1] V. Bjerknes, *loc. cit.*

[1] Pour la description de cet appareil, voy. les *Comptes rendus* du 18 mai 1896.

Le disque qui constitue la cathode ([1]) est placé au milieu des deux anodes et communique au pôle négatif de la dynamo au moyen d'un balai métallique frottant sur son arbre.

L'électrolysateur étant monté, on y verse le bain ([2]), on ferme le circuit et l'on fait tourner le disque à une vitesse d'un à deux tours à la minute.

Dès que le courant est établi, le plomb commence à se déposer sur le disque sous forme de petits cristaux spongieux. Lorsque le dépôt plombique a acquis une épaisseur suffisante et que l'on juge convenable de l'enlever, on interrompt le courant et l'on serre les racloirs ([3]).

Par suite de leur frottement contre les faces du disque le plomb se détache et tombe dans des gouttières inclinées qui l'amènent sur un tamis en toile métallique. Le plomb égoutté est lavé d'abord à l'eau distillée puis soumis à une forte pression.

Le liquide qui s'écoule est réuni aux eaux de lavage et le tout est évaporé jusqu'à ce que la solution marque 30° Baumé. Après refroidissement on introduit cette solution dans les électrolyseurs au moyen d'une pompe. Quant au plomb comprimé, il est chauffé dans un creuset avec 2 à 3 pour 100 de charbon en poudre et, lorsqu'il est fondu, on le coule en lingots.

Lorsque les anodes se sont dissoutes on peut, ou les remplacer par de nouvelles anodes, ou bien retirer seulement l'argent qui s'était déposé au fond de la cuve. Dans ce dernier cas on soulève le disque au moyen d'un treuil, puis on retire le récipient perforé qui avait été placé au fond de la cuve au commencement de l'opération et qui renferme tout l'argent abandonné par le plomb argentifère des anodes.

L'argent recueilli, lavé et séché, est fondu au creuset avec de l'azotate de sodium et un peu de borax, puis coulé en lingots ([4]).

Anomalie magnétique observée en Russie. — Lettre de M. Moureaux, communiquée par M. Mascart.

Koursk, 15 juin 1896.

... Le 12 et 13 juin, j'ai constaté une anomalie extraordinaire, la plus grande qui ait été étudiée jusqu'ici. Sur le territoire d'un village qui se nomme Kotchetovka, situé dans l'arrondissement d'Obojaune, à 30 km environ au sud-sud-est de cette ville, par 51° de latitude et 6°8′ de longitude est de Poulkowa, j'ai déterminé les trois éléments en quinze points compris dans une étendue de 1 km² environ. Les valeurs extrêmes observées sont :

Déclinaison	+ 58° et — 43°
Inclinaison	79° et 48°
Composante horizontale	0,166 et 0,589

Ces différences sont excessives; mais ce qui est plus particulièrement remarquable, c'est que la composante horizontale atteint ici une valeur de beaucoup supérieure au maximum de la région équatoriale du globe, qui n'atteint pas 0,4; comme l'inclinaison en ce point ne s'abaisse pas au-dessous de 48°, il en résulte que la force magnétique y atteint une valeur énorme.

Ce nombre de 0,589 pourra sembler invraisemblable; je l'ai contrôlé par six autres mesures en des points voisins, et qui m'ont donné des valeurs variant de 0,48 à 0,58. J'ai précisé, autant que je l'ai pu, le foyer de cette anomalie; le temps me manque pour en fixer les limites.

Tout le pays est d'ailleurs troublé à un haut degré; des 75 stations dont je possède actuellement des observations des trois éléments, il y en a très peu dont les valeurs soient normales.

A Potrovskojé, autre village à 15 km au sud du premier, j'ai trouvé : $D = +52°56'$, $H = 0,09$, $I = 81°45'$; j'ai voulu alors savoir si cette valeur de l'inclinaison était maxima, et je me suis transporté dans la direction du nord magnétique, en observant fréquemment cet élément, jusqu'à le voir diminuer. Le maximum a été 82°13′; à ce point précis, j'ai mesuré de nouveau la composante horizontale, elle est seulement de 0,079.

J'emploie constamment le même barreau pour toutes les observations; les déviations produites par ce barreau, qui n'étaient que de 7°22′ à Kotchetovka, ont atteint 72°23′ à Pokrovskojé....

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 juin 1896.

M. le Président annonce à la Société la mort de M. Vernier, ingénieur électricien à Paris, et celle de M. Stoletow, ancien membre du Conseil de la Société, professeur à l'Université de Moscou. M. Stoletow, qui aimait beaucoup la France et qui était venu souvent parmi nous, était l'auteur de travaux remarquables sur la fonction magnétisante, sur le rapport des unités électriques, les courants actino-électriques, la vitesse du son, etc. Dans ces dernières années, il avait publié plusieurs mémoires sur l'état critique et les phénomènes qui s'y rattachent. La Société de physique ressentira vivement la perte de ce savant éminent.

Nouveau dispositif de tube de Crookes donnant, avec de courtes poses, une grande netteté d'images. — M. Colardeau expose les raisons qui l'ont conduit à apporter des modifications à la construction des tubes de Crookes destinés à la photographie par les rayons Röntgen. Les meilleurs tubes employés actuellement à cette application paraissent être ceux du genre dit *focus*. Avec

([1]) Ce disque peut être formé par du cuivre, du bronze d'aluminium et même par de la tôle de fer. Contrairement à ce qu'on pourrait croire, la tôle ne déplace pas le plomb de ses solutions salines (acétate double de plomb et de sodium ou de plomb et de potassium); il n'en serait pas de même de la fonte, laquelle précipiterait le plomb à l'état métallique.

([2]) Solution d'acétate double de plomb et de sodium ou de plomb et de potassium.

([3]) Ces racloirs sont formés par deux lames en laiton ou en bronze d'aluminium disposées de telle façon que, par un simple jeu de manivelle, elles puissent se rapprocher ou s'éloigner des faces du disque.

([4]) Le plomb, outre l'argent, renferme également, suivant sa provenance, des quantités variables d'antimoine et d'arsenic, lesquels se déposent au fond de la cuve de l'électrolyseur en même temps que l'argent. Par l'action de l'azotate de sodium, l'antimoine et l'arsenic se transforment en antimoniate et arséniate de sodium, tandis que la totalité de l'argent reste à l'état métallique.

la disposition et les dimensions qu'on leur donne habituellement, ils présentent plusieurs défauts, au point de vue de la netteté des images produites et de la rapidité de leur action. Ces défauts peuvent être résumés dans les quatre points suivants :

1° L'enveloppe de verre (dont les dimensions sont à peu près celles d'une orange) doit avoir une épaisseur assez considérable, afin de ne pas s'écraser sous la pression extérieure. Comme le verre est peu transparent pour les rayons X, il arrête, au passage, une grande partie de ceux engendrés à l'intérieur;

2° Toute la capacité de l'ampoule qui s'étend autour des électrodes participe au passage de la décharge : il y aurait intérêt à concentrer toute l'énergie de cette décharge dans le cône circonscrit à la cathode et au focus;

3° Des expériences directes ont montré que le flux cathodique agit avec d'autant plus d'énergie sur l'anticathode, que celle-ci est située plus près de la cathode. Dans les focus ordinaires, cette distance, qui atteint plusieurs centimètres, est trop grande;

4° Enfin, il ne paraît pas exact qu'une cathode concave, en forme de calotte sphérique, concentre exactement en son centre de courbure le flux cathodique qui s'en échappe. En étudiant, par un dispositif spécial, la forme de ce flux, M. Colardeau a trouvé que le point de concentration est variable avec le degré de vide et qu'il est, en général, beaucoup plus loin que le centre de courbure. Par suite, dans les tubes focus ordinaires, si la lame de platine est placée au voisinage du centre de courbure géométrique, elle se trouve loin du point d'étranglement maximum de ce flux : elle est alors rendue active sur une large surface, et la netteté des images en souffre.

Pour remédier à ces inconvénients, M. Colardeau a employé, pour construire l'appareil nouveau qu'il présente, un tube cylindrique de très faible diamètre (6 à 7 mm), dans lequel est ajustée une cathode concave de 4 à 5 mm de rayon de courbure. Cette cathode est d'un diamètre un peu plus faible que celui du tube, de manière à laisser aussi peu d'espace libre que possible sur son pourtour. La lame inclinée à 45°, formant anticathode, n'est distante de la cathode que de 7 à 8 mm. Enfin, juste vis-à-vis de la lame focus, et seulement du côté utile de cette lame, la paroi du tube est soufflée en une ampoule hémisphérique très petite et d'une épaisseur de $\frac{1}{10}$ de mm; grâce à cette faible épaisseur, elle laisse passer facilement les rayons engendrés sur le focus.

Cet appareil a donné d'excellents résultats. Des photographies d'une netteté irréprochable ont été obtenues par l'auteur avec des temps de pose qui n'ont pas, en général, dépassé une minute. La bobine employée était de petit modèle (26 cm de longueur).

Citons, en particulier, parmi ces épreuves, celles du squelette d'une couleuvre, d'une grenouille, de plusieurs lézards, dans lesquelles la délicatesse des détails obtenus ne peut être comparée qu'à celle que fournirait, avec la photographie ordinaire, l'emploi d'un excellent objectif.

Grâce à cette finesse de détails, M. Colardeau a pu aborder avec succès la réalisation d'épreuves stéréoscopiques. Il termine sa communication en faisant examiner, par les membres de la Société, quelques-unes de ces épreuves qui apparaissent avec un relief saisissant.

M. Guillaume pense, comme M. Colardeau, qu'il y a tout avantage à réduire le trajet des rayons cathodiques. S'il est vrai que les rayons X soient dus aux vibrations des molécules de l'anticathode sous l'action du choc des atomes formant le bombardement cathodique, on admettra sans peine que les propriétés particulières des nouvelles radiations sont dues à l'énorme vitesse de ces atomes; on peut trouver une cause additionnelle de réduction de vitesse des ions dans l'action électrodynamique qu'exercent sur les corps voisins ces particules chargées d'électricité et agissant à la manière d'un courant. Comme la décharge consiste en chocs séparés, chacun d'eux exercera une action inductrice qui consommera une partie de son énergie.

En ce qui concerne la durée des rayons produits par une seule étincelle de la bobine, on peut remarquer, dans l'épreuve, projetée par M. Colardeau, d'une petite roue en mouvement, que l'action présente deux maxima au moins, qui semblent correspondre à des décharges distinctes, l'étincelle de la bobine ayant été oscillatoire ou simplement interrompue. D'ailleurs, la décharge d'une bobine ayant une forte induction propre dure pendant un temps qui est loin d'être négligeable, et qui semble être au moins de l'ordre de grandeur de la durée d'extinction des rayons X. On ne sera donc exactement renseigné sur cette durée qu'en actionnant le tube par une étincelle très subite, par exemple celle que l'on obtient dans le circuit d'un condensateur ayant peu d'induction propre.

M. J. Chappuis rappelle qu'il a déjà présenté à la Société des épreuves très nettes faites avec un tube focus présentant la disposition ordinaire, mais dont la plage anticathodique n'a que 6 à 7 mm de côté. Il ajoute qu'il a obtenu aussi avec une seule étincelle, des épreuves instantanées du contour d'objets métalliques, et qu'il pense être arrivé à la limite maxima de puissance qu'on peut espérer atteindre avec ce genre d'appareils. Les tubes présentés par M. Colardeau semblent, il est vrai, donner des effets aussi puissants que le focus dont il dispose, avec des moyens beaucoup plus faibles. Mais, si l'on voulait employer sur ces nouveaux tubes de petite dimension les moyens d'action qu'il applique aux focus ordinaires, les électrodes entreraient en fusion et les tubes seraient mis de suite hors de service.

M. Colardeau répond qu'il ne peut partager l'opinion de M. Chappuis, car il a précisément soumis plus d'une fois le tube même qui figure sous les yeux de la Société à l'épreuve de la décharge de la bobine de très grand modèle

que tout le monde connaît. Or, chacun peut constater que le tube est sorti de cette épreuve absolument intact. Deux photographies obtenues avec ces poses instantanées figurent dans la collection qui vient d'être déposée sur le bureau. Ce ne sont plus de simples silhouettes du contour d'objets métalliques, mais bien des épreuves complètes de doigts dans lesquelles on aperçoit les détails de l'ossature. Le nouveau tube permet donc de traverser, par une décharge instantanée, des corps d'une épaisseur assez considérable.

Sur la formation et écoulement des gouttes dans un champ électrique ou dans un champ magnétique, par M. Oumoff. — L'auteur fait écouler de l'eau et une faible solution par gouttes, sous pression constante, dans un champ magnétique ou électrique. L'écoulement est retardé pour un liquide diamagnétique, dans les parties du champ où la direction de la gravité est contraire à celle dans laquelle décroît la force du champ. L'écoulement est accéléré là où ces deux directions sont concordantes. L'inverse a lieu pour un liquide paramagnétique. L'auteur expose une théorie et écrit une équation générale pour une surface de séparation de deux liquides, en tenant compte de l'action du champ et de la tension superficielle. Il fait aussi mention d'une correction qu'il faut faire dans le calcul de la pression sous laquelle se fait l'écoulement d'un liquide dans un vase de Mariotte.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 1er juillet 1896.

La séance est ouverte à 8 heures 1/2 sous la présidence de M. Sciama. M. le secrétaire fait d'abord l'expédition des affaires courantes, puis M. le président annonce que la visite à l'usine du secteur de la rive gauche aura lieu ultérieurement, M. de Tavernier venant d'être frappé par un deuil cruel.

M. Gosselin expose un problème intéressant, mais qui demanderait de plus longs développements. Il s'agit d'installer une usine électrique avec un barrage pour desservir une transmission d'énergie électrique à distance. Il faut rendre minimum le prix de l'installation ; le calcul donne une solution.

M. G. Pellissier décrit ensuite le tramway électromagnétique Westinghouse et parle de quelques applications, notamment de l'installation de Washington ; l'*Industrie électrique* a déjà donné la description de ce tramway dans le numéro du 10 avril 1896, p. 150.

A la fin de la séance, M. F. Loppé développe les calculs nécessaires pour la détermination de la force électromotrice dans une partie d'un anneau Gramme tournant dans un champ magnétique uniforme. J. L.

BIBLIOGRAPHIE

Les transformateurs d'énergie électrique, par P. Dupuy, ingénieur-électricien. — Transformateurs a courants alternatifs simples et polyphasés. Transformateurs polymorphiques. Accumulateurs. Applications. — Paris. *J. Fritsch*, éditeur, 1896, 1 vol. in-16, n° 5 de la *Bibliothèque électrotechnique*.

Nous ne sommes plus à l'époque où quelques pages suffisaient dans un ouvrage pour décrire tout ce qui concernait les transformateurs et les accumulateurs. Il faut aujourd'hui un ouvrage entier, comme celui que M. Dupuy vient de consacrer à cette étude ; et encore pouvons-nous trouver que M. Dupuy n'a pas donné à son travail toute l'ampleur que celui-ci comportait.

La première partie est consacrée à l'étude des transformateurs à courants alternatifs. Nous trouvons là les généralités, la théorie, les méthodes de mesure, les rendements, les méthodes expérimentales, la description générale des divers types, et quelques renseignements sur les stations centrales à courants alternatifs avec distribution par transformateurs, ainsi que sur les applications des transformateurs. Dans toute cette partie, les descriptions sont un peu abrégées, et nous regrettons bien souvent que divers points ne soient pas plus développés. Mais nous retrouvons partout une grande homogénéité dans toutes les formules, toujours les mêmes symboles pour les mêmes unités, et naturellement les symboles C.G.S. ; on voit que l'ouvrage a été particulièrement soigné à ce point de vue. Les sources de renseignements ne sont pas toujours indiquées ; c'est une omission fâcheuse. Par exemple, p. 264 et 265, le tableau relatif aux conditions d'exploitation des stations centrales d'Allemagne a déjà paru dans *L'Industrie électrique* du 25 février 1894, p. 74.

La deuxième partie contient l'étude des transformateurs polyphasés, polymorphiques et à courant continu, et la troisième partie renferme tout ce qui se rapporte aux accumulateurs.

En résumé, l'ouvrage de M. Dupuy traite un sujet des plus intéressants et contient certainement un grand nombre de renseignements que nos lecteurs seront heureux de trouver réunis dans un volume. D. F.

L'éclairage de demain. L'acétylène, par J. Reyval. — *Alcan-Lévy*, éditeur. Paris, 1896.

Je n'ai pas le plaisir de connaître M. Reyval, et je ne suis pas le seul, d'après les renseignements pris de divers côtés. J'ai cependant lu, comme tout le monde, sinon bien des ouvrages, du moins bien des articles de lui dans *La Lumière électrique* d'abord, où, si je ne me trompe, il a fait ses premières armes, puis dans *L'Éclairage élec-*

trique, etc. Quel qu'il soit, il me paraît être un encyclopédiste de premier ordre, à en juger par la diversité des sujets traités. Je ne le lui reproche pas, tant s'en faut; mais, si Buffon a pu dire avec raison « le style, c'est l'homme même », j'avoue que je ne m'y reconnais plus et qu'il est bien difficile de diagnostiquer sous cette plume protéique le caractère et le tempérament de l'individu, si bien que je finis par douter de son existence réelle. D'autres personnalités ont cependant également passé pour des mythes, et, pour n'en citer qu'un exemple illustre entre tous dans un ordre d'idées plus élevé, sir William Siemens n'avait jamais voulu croire à la réalité de M. Gramme, dont il attribuait les œuvres à un autre personnage bien connu, jusqu'au jour où M. H. Fontaine le lui a, sur ses instances, fait toucher du doigt en lui en faisant serrer la main. Toutefois il y avait dans la manifestation extérieure de M. Gramme une unité que nous cherchons en vain dans le cas actuel et dont l'absence nous rend très sceptique. Mais, passons... ; le mystère se découvrira peut-être un jour, sans obliger les générations futures à remuer la poussière des bibliothèques, des registres de l'état civil et des études de notaires pour donner à nos successeurs la généalogie et la biographie très authentiques, comme bien d'autres, de notre contemporain.

Bref, M. Reyval, si Reyval il y a, publie sous ce double titre, *L'Éclairage de demain, l'Acetylène*, une très intéressante, en même temps que très humoristique, petite plaquette sur ce nouveau venu, jeune serpent que l'électricité a réchauffé, sinon nourri, dans son sein. Malheureusement l'auteur n'a oublié qu'une chose (grave en pareille matière), c'est d'allumer sa lanterne. *L'Éclairage de demain* ne porte, en effet, pas de date, ce qui, au train dont vont les choses, fera peut-être demander après-demain pourquoi il n'est pas intitulé *L'Éclairage d'hier*. Les comptes rendus des journaux seront là, par bonheur, pour en préciser l'époque d'éclosion, sans exciter sur ce point encore les sagaces investigations des Champollion de l'avenir.

L'auteur était d'ailleurs évidemment en belle humeur quand il a écrit ce petit fascicule, à en juger par le goût assez équivoque de son style où les expressions du boulevard et du journalisme semblent primer celles du pur et simple français constaté dans d'autres productions de ce Protée.

A cela près, l'ouvrage est bien fait et plein d'actualité. Il fait ressortir sous une forme accessible à tous le passé, le présent et l'avenir de ce remarquable gaz; il indique la manière de le produire et de s'en servir, et, comme preuve de ce qu'il avance, il fournit à l'acheteur du livre, en même temps que sa propre substance, un échantillon de ce carbure de calcium qui lui permet de l'obtenir et de l'expérimenter lui-même.

Il est impossible de mieux faire comme vulgarisation, et il ne faudrait pas remonter bien loin en arrière pour affirmer que l'échantillon vaut, à lui seul, le prix de la brochure. C'est dire que cette première édition sera à bref délai, si elle n'est déjà tout entière, dans toutes les mains. Complétée par ce qu'en a écrit ici même M. Hospitalier [1], elle initiera le public à ce qui peut être demain un des éléments ou tout au moins un des auxiliaires de sa vie. Puisse-t-elle surtout pénétrer dans le fond de nos campagnes les plus reculées, qui semblent devoir être le lieu d'élection des applications du nouveau gaz. Son prix modéré le laisse espérer.

E. Boistel.

Erratum. — Un souvenir erroné de jeunesse nous a fait, à la 9e ligne de notre première bibliographie du 25 juin dernier, n° 108, p. 281, attribuer à Cicéron un adage qui appartient à Térence. Un lecteur, encore plus littéraire que nous, nous le fait obligeamment remarquer. Nous l'en remercions et lui donnons même plus ample satisfaction qu'il ne demande, en rétablissant dans son intégralité le vers que sa facture iambique nous avait fait prendre pour de la prose :

Homo sum, et humani nihil a me alienum puto.

E. B.

JURISPRUDENCE

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE A NEVERS

Le 25 juin 1896, l'*Industrie électrique* a exposé, dans sa petite chronique des départements, la situation créée, à Nevers, à l'éclairage électrique, par un arrêté municipal du 22 mai dernier. Un de nos lecteurs du Midi nous écrit qu'il ne comprend pas que cet arrêté ait pu être rendu. Oserons-nous dire que nous ne le comprenons pas davantage? On sait ce dont il est question.

Le 15 décembre 1890 et le 7 janvier 1891, la ville de Nevers avait octroyé à MM. Pécard frères, constructeurs-mécaniciens, des permissions de voirie les autorisant à installer au-dessus des voies dépendant de la voirie urbaine (c'était avant la circulaire ministérielle du 15 août 1893), des fils conducteurs pour la distribution de l'éclairage à divers négociants. Ces permissions ont provoqué, naturellement, un procès devant la juridiction administrative, — procès qui s'est terminé par un arrêt du Conseil d'État du 29 mars 1895. La Ville, — c'était son destin! — a été condamnée à payer des dommages-intérêts à la Compagnie du gaz, — dommages-intérêts calculés à raison de tant par jour jusqu'à la suppression de la concurrence.

A la suite de cet arrêt, le maire de Nevers, pour tenter d'empêcher la pénalité de courir, prit, le 7 novembre 1895, un arrêté retirant aux permissionnaires les autorisations de 1890 et de 1891. Peu importait à MM. Pécard frères : l'arrêté municipal ne leur enlevait pas les droits qu'ils avaient sur les routes nationales formant les rues les plus importantes de la ville. Ils tenaient en effet

---

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 10 mai 1895, n° 81, p. 198.

ces droits de permissions de *grande* voirie qui leur avaient été accordées aux termes de deux arrêtés, l'un du 22 mai 1891, l'autre du 5 octobre 1894, pris par le préfet de la Nièvre au temps, déjà lointain, où les attributions des maires et des préfets, en cette matière, n'étaient pas encore confondues.

C'est alors que l'affaire se complique et que tout s'enchevêtre. Malgré les instances du maire de Nevers, le préfet de la Nièvre refuse catégoriquement de rapporter ses deux arrêtés des 22 mai 1891 et 5 octobre 1892. Bien plus, le 18 janvier 1896, il annule l'arrêté du maire du 7 novembre 1895 en ce que cet arrêté retirait les permissions de voirie urbaine sur les rues et places où des fils avaient déjà été posés; mais il le maintient pour celles où ces permissions n'avaient pas encore reçu de commencement d'exécution. C'est le *statu quo antè bellum*. Cette annulation partielle, qui, dans la pensée du Préfet, devait satisfaire tout le monde, même la Compagnie du gaz dont les dommages-intérêts faisaient boule de neige, ne contente personne. La Ville et MM. Pécard frères défèrent l'arrêté préfectoral d'annulation au ministre de l'intérieur. Le ministre donne tort au préfet, qui se voit, en conséquence, dans l'obligation de rapporter son propre arrêté. Quant à celui du maire du 7 novembre 1895, il rentre en vigueur. MM. Pécard frères se montrant récalcitrants, le maire prend un arrêté d'exécution le 22 mai 1896, — c'est celui dont nous avons parlé en commençant, — pour mettre en demeure les permissionnaires déchus d'avoir à enlever dans les deux mois, sous menace de procès-verbal, tous leurs fils, poteaux, consoles, appuis, etc.

Ici nous laissons la parole à notre correspondant, qui critique la décision par laquelle le ministre de l'intérieur a invité le préfet de la Nièvre à rapporter son arrêté du 18 janvier 1896 :

Je ne puis m'empêcher de voir dans cette décision, nous écrit-il, une dérogation à l'esprit et au texte de la circulaire ministérielle du 15 août 1893. Cette circulaire dit en effet que « les attributions conférées aux préfets et aux maires dans l'intérêt exclusif de la circulation, ne sauraient être exercées par eux en vue d'un autre objet sans un véritable détournement de pouvoirs. » J'ajoute que la décision du ministre me paraît être inconciliable avec la jurisprudence du Conseil d'État qui, s'inspirant de cette circulaire, s'est exprimé ainsi dans un arrêt du 4 janvier 1895 concernant la ville d'Agen : « Considérant qu'il résulte des termes mêmes de l'arrêté attaqué qu'en retirant à la Compagnie du gaz l'autorisation de placer dans les rues dépendant de la voirie municipale des conducteurs d'électricité destinés à l'éclairage, le maire d'Agen n'a pas agi dans l'intérêt de la viabilité, mais uniquement en vue d'obtenir un service d'éclairage plus avantageux pour la Ville; qu'ainsi, il a usé de ses pouvoirs dans un but autre que celui en vue duquel ils lui ont été conférés et qu'il y a lieu, par suite, d'annuler son arrêté... » Le principe admis par le Conseil d'État est celui qui avait été posé par la Cour de cassation dans ses arrêts des 27 juillet et 3 août 1893, relatifs aux villes de Sedan et de Villeneuve-sur-Lot, — arrêts bien connus des électriciens et que je crois inutile de citer. Je me borne à constater qu'il existe une harmonie parfaite entre ces deux arrêts de la cour de cassation, celui du Conseil d'État du 4 janvier 1895 et la circulaire du 15 août 1893, au point de vue du pouvoir des maires et de la validité de leurs arrêtés pris en matière de retrait des permissions de voirie. Aussi ne saurais-je trop signaler à votre attention, Monsieur le Rédacteur, la note discordante qui, sous la forme de la décision ministérielle contre laquelle je m'élève, vient troubler cette harmonie. Il serait à désirer que les électriciens de Nevers poursuivissent devant le Conseil d'État l'annulation de cette étrange décision, afin de prévenir l'influence fâcheuse qu'elle est de nature à exercer sur les préfets ou les maires appelés à dénouer des situations analogues à celle qu'elle a provoquée.

Notre correspondant connaît admirablement la question dont il a bien voulu nous entretenir. Aussi bien, le maire de Nevers, en rapportant les permissions de voirie précédemment accordées à MM. Pécard frères, a outrepassé ses pouvoirs. Il a agi, non pas dans l'intérêt de la viabilité et de la conservation du domaine public, mais *dans l'intérêt privé de sa commune*. Nous n'émettons pas là un avis personnel. Nous ne faisons que rappeler les théories développées par la Cour de cassation dans les deux arrêts des 27 juillet et 3 août 1893 auxquels notre correspondant fait allusion et qu'il est opportun de mettre une fois de plus sous les yeux de nos lecteurs.

« Attendu, en fait, dit le premier de ces arrêts, qu'un arrêté du maire de Sedan, en date du 6 janvier 1890, a autorisé le sieur Colette à placer sur les voies publiques dépendant de la voirie urbaine les fils et appareils nécessaires à la transmission des courants électriques pour l'éclairage des particuliers exclusivement et au transport de la force motrice; que la Compagnie française du gaz, qui avait antérieurement traité avec la Ville, se considérant comme lésée par cet arrêté, a poursuivi la Ville devant le Conseil de préfecture et l'a fait condamner à des dommages-intérêts; qu'à la suite de cette condamnation, et après une délibération du Conseil municipal portant qu'il n'y avait pas lieu de se pourvoir devant le Conseil d'État, le maire de Sedan a pris, le 15 septembre 1891, un nouvel arrêté rapportant celui du 6 janvier 1890; mais que les prescriptions de ce nouvel arrêté n'ayant point été exécutées par le sieur Colette, deux procès-verbaux ont été dressés contre lui les 24 et 25 octobre 1891; que, traduit en conséquence, devant le tribunal de simple police de Sedan, il a été condamné à 1 fr d'amende et à l'enlèvement des câbles et fils par lui placés sur les voies publiques de la ville de Sedan, dépendant de la voirie urbaine, et que, sur son appel, ce jugement a été purement et simplement confirmé par le tribunal correctionnel de Sedan.

Attendu, en droit, que les autorisations de voirie, que l'administration est toujours libre de refuser, ne peuvent, une fois accordées, être révoquées que dans l'intérêt de la viabilité et de la conservation du domaine public;

Et attendu qu'il résulte des visas et motifs qui précèdent le dispositif de l'arrêté du 15 septembre 1891, que l'autorisation accordée au sieur Colette ne lui a été retirée que *pour prémunir la Ville contre toute éventualité d'un nouveau procès pouvant avoir des conséquences très graves et compromettre sérieusement les intérêts de la commune; qu'ainsi le maire n'a point agi dans l'intérêt de la voirie mais dans l'intérêt privé de la commune, et, que, par suite, l'usage qu'il a fait de ses pouvoirs n'est pas conforme au but en vue duquel ils lui étaient conférés;* d'où il suit qu'en condamnant le demandeur pour avoir contrevenu à un arrêté municipal *qui n'avait pas été légalement pris*, le jugement attaqué a faussement appliqué, et, par conséquent, violé les textes visés par le pourvoi;

Par ces motifs, casse et annule le jugement du tribunal correctionnel de Sedan du 20 janvier 1892... »

Ne dirait-on pas que cet arrêt a été rendu au profit de

MM. Pécard frères? Que les électriciens de Nevers observent donc l'attitude des électriciens de Sedan et de Villeneuve-sur-Lot; qu'ils se laissent poursuivre devant le tribunal de simple police pour infraction à l'arrêté municipal du 22 mai 1896. S'ils sont condamnés, ils interjetteront appel devant le tribunal correctionnel, et, si leur appel est déclaré mal fondé, ils formeront un pourvoi devant la cour de cassation, qui ne pourra faire mieux que de leur appliquer la jurisprudence que notre correspondant a eu l'excellente idée de nous rappeler.

GUSTAVE PINTA,
Docteur en droit.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office ÉMILE BARRAULT, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

251548. — **Etève.** — *Perfectionnements aux piles électriques* (8 novembre 1895).

251601. — **Société Felten et Guilleaume.** — *Manchon protecteur de raccords de câbles électriques* (11 novembre 1895).

251607. — **Payen.** — *Perfectionnements apportés aux accumulateurs* (11 novembre 1895).

251631. — **Morgan.** — *Contrôleurs pour moteurs électriques* (12 novembre 1895).

251664. — **Iwanowski.** — *Batterie de piles électriques avec dispositif pour maintenir automatiquement le courant constant* (13 novembre 1895).

251677. — **Burnet.** — *Perfectionnements dans les batteries électriques* (13 novembre 1895).

251522. — **Hopkinson.** — *Perfectionnements aux commutateurs électriques* (7 novembre 1895).

251547. — **Société Gaiffe et Cie.** — *Perfectionnements apportés dans les interrupteurs électriques* (8 novembre 1895).

251605. — **Ronbal.** — *Charbons perfectionnés pour lampes à arc voltaïque* (11 novembre 1895).

251643. — **Stone.** — *Perfectionnements apportés aux appareils automatiques de sûreté pour les courants électriques* (12 novembre 1895).

251782. — **Claret et Vuilleumier.** — *Distributeur automatique simplifié pour la traction électrique par distributeurs* (18 novembre 1895).

251705). — **De Le Vielleuze et Michel.** — *Système d'avertisseur électrique d'incendie* (14 novembre 1895).

251746. — **Chabeault.** — *Tapisserie électrique servant d'avertisseur contre le vol avec effraction* (19 novembre 1895).

251832. — **Cummings et Yawkey.** — *Perfectionnements dans les conduites électriques* (19 novembre 1895).

251781. — **Champion.** — *Douille de sûreté pour lampes à incandescence* (18 novembre 1895).

251736. — **Spink et Horn.** — *Globe perfectionné pour lampes électriques et autres* (15 novembre 1895).

245985. — **Société G. Aboilard et Cie.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 20 mars 1895, pour réseau téléphonique à source d'électricité centrale* (30 octobre 1895).

248008. — **Jordis.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 8 juin 1895, pour procédé électrolytique pour précipiter les métaux et alliages métalliques* (6 novembre 1895).

248645. — **Roy.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 4 juillet 1895, pour nouveau procédé de tannage rapide avec le concours de machines spéciales et l'emploi facultatif de l'électricité, procédé dénommé : tannage à la machine américaine* (9 novembre 1895).

242052. — **Delaurier.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 13 octobre 1894, pour perfectionnements à la pile électrique* (13 novembre 1895).

251974. — **Korda.** — *Traction électrique par courants polyphasés* (26 novembre 1895).

251996. — **Lefebvre.** — *Système d'appareil électrique destiné à enregistrer la durée d'un mouvement ou bien les moments précis de son commencement et de sa fin* (26 novembre 1895).

251883. — **Kotyra et la Société Ch. Mildé.** — *Amplificateur téléphonique* (21 novembre 1895).

251995. — **Kitsée.** — *Système perfectionné de communication télégraphique* (26 novembre 1895).

252007. — **Simon.** — *Poteau télégraphique en bois à base métallique* (26 novembre 1895).

251877 — **Meissner.** — *Support pour la masse active d'accumulateurs* (21 novembre 1895).

251890. — **Engl et Wüste.** — *Perfectionnements dans la construction des accumulateurs* (21 novembre 1895).

251938. — **Denys.** — *Perfectionnements dans les piles* (23 novembre 1895).

251983. — **Linde.** — *Procédé pour lier la masse active d'accumulateurs* (26 novembre 1895).

252006. — **Falero et Lumley.** — *Perfectionnements aux accumulateurs ou piles secondaires* (26 novembre 1895).

252016. — **Soar et Collier.** — *Balai en toile métallique pour dynamos* (27 novembre 1895).

251884. — **Kellner.** — *Électrodes pour l'électrolyse technique* (21 novembre 1895).

251888. — **Beaujouan.** — *Système d'éclairage par lampes spéciales à incandescence montées en tension* (21 novembre 1895).

251928. — **Heinrich.** — *Lampe à arc voltaïque avec allumage et réglage automatiques des charbons et à incandescence facultative* (23 novembre 1895).

251956. — **Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz.** — *Nouvel interrupteur électromagnétique automatique à maxima* (23 novembre 1895).

251994. — **Société du Familistère de Guise Dequenne et Cie.** — *Appareil à l'électricité chauffant l'eau instantanément* (26 novembre 1895).

251937. — **Kaiser.** — *Allumoir électrique* (23 novembre 1895).

252038. — **Société alsacienne de constructions mécaniques.** — *Voie pour tramways électriques avec retour par le rail* (2 décembre 1895).

252167. — **Weber.** — *Système perfectionné de traction électrique* (3 décembre 1895).

252050. — **Charollois.** — *Système d'appel magnétique pour sonnerie polarisée* (28 novembre 1895).

252075. — **Von Siemens.** — *Innovation dans l'enroulement des moteurs à courants alternatifs monophasés* (29 novembre 1895).

252080. — **Chaplin.** — *Perfectionnements dans les balais pour dynamos* (29 novembre 1895).

252144. — **Péreire** et **Lavezzari.** — *Utilisation des galeries de tramways électriques ou funiculaires à la pose des canalisations électriques ou autres dans les rues* (2 décembre 1895).

252182. — **Clerc** et **Pingault.** — *Moteur électrique spécialement applicable à la propulsion des vélocipèdes et des voitures automobiles* (3 décembre 1895).

252076. — **Bremer.** — *Poire à contact pour la transmission de lumière et de force par l'électricité* (29 novembre 1895).

252146. — **Société Kösting** et **Mathiesen.** — *Lampe à arc à courant inverse* (2 décembre 1895).

252151. — **Estrade.** — *Appareil contrôleur de courant électrique désigné sous le nom de basculateur magnétique* (3 décembre 1895).

252219. — **Leblanc.** — *Système perfectionné de signal électrique automatique destiné à éviter les collisions des trains sur les chemins de fer* (5 décembre 1895).

252337. — **Rosenholz** et **Poehlmann.** — *Commutateurs pour conducteurs électriques souterrains des chemins de fer, tramways, etc.* (10 décembre 1895).

252367. — **Lordereau.** — *Perfectionnements dans l'établissement de la voie des tramways à traction électrique* (10 décembre 1895).

252363. — **Guyenet.** — *Perfectionnements dans les plates-formes roulantes mues par l'électricité* (10 décembre 1895).

252362. — **Moulart.** — *Système de contact électrique applicable aux crémones et à tous genres de fermetures, portes, caisses, coffres-forts, etc.* (10 décembre 1895).

252249. — **Denys.** — *Perfectionnements dans le mécanisme électrique des cloches ou signaux similaires* (7 décembre 1895).

252341. — **Pieper.** — *Perfectionnements apportés aux appareils dentaires à commande électrique* (10 décembre 1895).

252300. — **Cartier** et **Thuron.** — *Système de transmissions électriques à un fil* (2 décembre 1895).

252354. — **Marcuse.** — *Support de communication automatique pour cornet acoustique de téléphone* (10 décembre 1895).

252241. — **Clerc** et **Pingault.** — *Moteurs électriques à action directe spécialement applicables à la propulsion des vélocipèdes et des voitures automobiles* (6 décembre 1895).

252280. — **Wunderlich.** — *Procédés et appareils pour la transformation directe de l'énergie calorique en énergie électrique* (8 décembre 1895).

252380. — **Von Siemens.** — *Procédé de compensation des variations de la charge dans les stations de distribution de courant continu* (11 décembre 1895).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie Continentale Edison. — La situation financière de ce secteur n'est plus aujourd'hui à comparer à ce qu'elle était il y a quatre ans; sous l'habile direction de M. F. Meyer, la Compagnie s'est débarrassée successivement des charges qui la gênaient en même temps que le service d'éclairage prenait un développement rapide.

Au 31 mars 1895, le secteur desservait 1231 abonnés utilisant l'équivalent de 79 442 lampes de 10 bougies; au 31 mars 1896, ces chiffres étaient respectivement de 1512 abonnés et 94 297 lampes de 10 bougies ou leur équivalent, soit une augmentation de 14 855 lampes.

Il est intéressant de noter que les abonnements nouveaux comprennent plus de 4000 lampes d'appartements particuliers, et plus de 50 chevaux de puissance pour ascenseurs.

Le service du secteur va nécessiter une augmentation de la puissance des stations Drouot et Trudaine et un renforcement de la canalisation générale.

La Compagnie a vendu sa station d'essais et les magasins de Lille et poursuivi auprès du Conseil municipal de Paris les négociations relatives à la prolongation de la concession : ces négociations ne sont point encore achevées.

Avant de passer à l'examen du bilan, rappelons tout d'abord que pendant l'année 1895, la Compagnie a procédé au remboursement de son capital obligations dont elle avait antérieurement réduit de 5 en 4 pour 100 le taux d'intérêt.

Les *espèces en caisse* et en banque 1 267 252,95 fr comprennent 864 875 fr placés en reports : ajoutées au compte d'*effets à recevoir* 14 155,95 fr, elles produisent un total supérieur de 110 000 fr au chiffre correspondant pour 1894.

Les *comptes débiteurs* sont en diminution de 400 000 fr; ils comprennent les comptes d'acheteurs, d'abonnés, de locataires, à recevoir. Sur cette somme, on prévoit 3510,90 fr de créances douteuses pour lesquelles on a fait une réserve de 6000 fr.

Le *portefeuille* est en diminution de 12 572,72 fr, en suite de l'aliénation de 15 parts de la Compagnie Edison, de Saint-Étienne, qui étaient évaluées 5000 fr, et de la réduction d'estimation des parts de fondateur comptées pour le prix du coupon échu, 7572,72 fr.

Le *secteur*, les *usines* et les *théâtres* figurent au bilan pour 8 367 325,25 fr, après un amortissement global de 505 641,60.

Le *matériel et l'outillage à Ivry*, après un amortissement de 143 000 fr, restent à 143 261,30 fr.

Les autres comptes de l'actif ont subi des amortissements en raison de leur nature.

Au passif, le compte *obligations* a été supprimé du fait du remboursement de l'emprunt, et nous ne voyons plus figurer que : obligations restant à rembourser (138 titres) 69 000 fr. Les 3467 obligations à la souche sur un emprunt de 5803 obligations ont été annulées. Par suite, on trouve au débit du compte de Profits et pertes une somme de 113 478,40 fr, balançant le compte des Primes et impôts.

Les comptes *Réserve légale* et *Créditeurs* sont respectivement en augmentation de 21 000 et de 27 000 fr.

Les *Créanciers divers* comprennent :

Les fournisseurs	311 813,48 fr.
Les dépôts de garantie des abonnés.	300 351,85
La redevance à la ville de Paris	91 282,80
La redevance à la Société civile du réseau Edison	206 613,15
La redevance aux parts de fondateurs . . .	43 399,84
Les dividendes aux actions et intérêts aux obligations	8 238,52
Les loyers perçus d'avance, ceux à payer et autres dépenses dues au 31 décembre. . .	102 891,15

Par contre, on trouve une réduction de 100 000 fr du compte *Redevances aux parts de fondateurs.*

Les *Frais généraux* sont en diminution de 11 000 fr.

Le compte *Amortissements* est en augmentation de 508 000 fr et celui des participations de la *Société civile de la station Drouot* en augmentation de 111 000 fr.

Les dépenses de toute nature pour l'année 1895 ont été de 1 188 999,82 fr, dont 389 870,12 fr de dépenses *faites*.

L'ensemble des recettes, 1 723 031,62 fr, comprend pour 19 881 129,52 fr, les produits des secteurs et des théâtres, en augmentation de 324 000 fr.

Les *produits du portefeuille* et *bénéfices sur marchandises et*

travaux sont par contre en diminution respectivement de 36 000 et 35 000 fr.

Le bénéfice brut de l'exercice ressort donc à 1 333 161,50 fr qui, après défalcation de 799 129,70 fr pour amortissements, laisse un solde distribuable de 534 031,80 fr, non compris 15 782,15 fr reportés de l'exercice 1894.

Voici le bilan arrêté au 31 décembre 1895 :

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1895

Actif.

Banques et caisses, effets à recevoir en portefeuille	1 281 408,90 fr.
Comptes débiteurs	482 599,66
Actions et obligations en portefeuille, dépôts et cautionnements	455 962,90
Immeubles	793 165,53
Matériel et outillage industriels	143 261,50
Approvisionnements, travaux et fournitures	252 764,13
Stations centrales, théâtres et installations d'électricité	8 367 325,25
Installation et mobilier du siège social et loyers d'avance	42 587,50
Impôts et droits de transmission à recouvrer	30 399,47
Total	11 849 474,65 fr.

Passif.

Capital social		10 000 000,00 fr.
Obligations 500 francs remboursables restant en circulation		69 000,00
Fonds d'amortissement du capital		11 342,70
Réserve légale		154 787,23
Comptes créditeurs et dépenses non réglées au 31 décembre 1895		1 012 952,41
Redevances aux parts de fondateurs et dividendes restant à payer aux actions		48 803,96
Coupons arriérés d'obligations		2 774,40
Profits et Pertes :		
Report de l'exercice 1894	15 782,15	549 813,95
Bénéfice net de l'exercice 1895	534 031,80	
Total		11 849 474,65 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Pertes.

Frais généraux	89 818,93 fr.
Contentieux et brevets	8 635,18
Service des obligations	35 040,00
Amortissement de la prime de 2336 obligations remboursées	107 806,40
Frais de remboursement des obligations	5 672,00
Redevance aux parts de fondateurs	28 770,00
Réparations et entretien aux ateliers d'Ivry	17 546,05
Amortissement et dépréciation du matériel	685 651,30
Participation de la Société civile fondée par les créateurs de la station Drouot	198 959,70
Divers	11 100,26
Bénéfice net	534 031,80
Total	1 723 031,62 fr.

Profits.

Intérêts et changes	42 196,10 fr.
Produit des valeurs de portefeuille	16 387,55
Bénéfice sur vente de marchandises et travaux	29 425,78
Bénéfice d'exploitation des stations centrales, théâtres et installations d'électricité	1 613 901,98
Produit de la propriété d'Ivry	13 333,70
Divers	7 786,51
Total	1 723 031,62 fr.

L'Assemblée a voté les résolutions suivantes :

1. L'Assemblée générale, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration et celui des commissaires, approuve dans toutes leurs parties le rapport et les comptes de l'exercice 1895, tels qu'ils sont présentés par le Conseil d'administration.

2. L'Assemblée générale :

1° Fixe à 25 fr (sous déduction de l'impôt établi par la loi de finances) le dividende de chacune des 20 000 actions, soit net, par action nominative, 24 fr, et par action au porteur, 23,26 fr.

2° Décide qu'il sera payé le 1er juillet prochain pour solde (déduction faite de l'acompte payé le 1er janvier 1896), par action nominative, 14,40 fr, et par action au porteur, 14,03 fr.

3° Décide de reporter à l'exercice 1896 le reliquat de 23 112,36 fr.

4° Et fixe à 3 fr (sous déduction de l'impôt fixé par la loi de finances) le minimum que chacune des 14 000 parts de fondateurs a touché dès le 1er janvier 1896 pour solde, à raison de 2,88 fr par titre nominatif et de 2,763 fr par titre au porteur.

(Le montant des redevances aux parts ne s'était élevé qu'à 13 230 fr. Il a donc fallu parfaire le minimum de 42 000 fr.)

3. L'Assemblée, procédant au remplacement des membres sortants du Conseil, nomme de nouveau administrateurs pour six ans MM. Bénard, Brunau, Rau et Richemond.

4. L'Assemblée générale nomme MM. Jutet et Worms, commissaires pour l'exercice 1896, avec faculté pour chacun d'eux de procéder séparément en cas d'empêchement de l'autre, et fixe la rétribution de chaque commissaire à 1000 fr.

5. L'Assemblée générale autorise MM. Bénard (de la maison de banque Bénard et Jarislowsky) ; Bruneau (de la Compagnie française des Métaux); Porgès (de la Compagnie générale des Lampes à incandescence); Rau (de la Société civile propriétaire de l'usine d'Ivry), et Richemond (des Établissements Weyer et Richemond), à faire telles affaires et passer tels traités qu'il y aurait lieu avec la Compagnie Continentale Edison.

INFORMATIONS

Société anonyme d'Électricité (Schuckert). — Pendant l'exercice 1895-1896, le chiffre d'affaires s'est élevé à 34 millions contre 22 millions en 1894-1895 : il a été vendu 5033 dynamos tant à courant continu qu'à courants alternatifs, au lieu de 2355 en 1894-1895 et en transformateurs une puissance de 50 166 kilowatts contre 26 816 unités pendant l'exercice précédent.

Le bénéfice brut a été de 6 502 195 fr contre 3 650 000 fr en 1894-1895, sans tenir compte de 26 000 fr de recettes pour intérêts et escompte.

Les dépenses ont aussi été plus élevées et les frais généraux ont coûté 1 250 000 fr, en augmentation de 350 000 fr.

Un dividende de 14 pour 100 a été voté qui ne profite qu'aux actions anciennes; les actions nouvelles représentant un capital de 7 500 000 fr ne participeront qu'aux bénéfices réalisés postérieurement à 1896.

La Société a dû agrandir ses ateliers anciens et en créer de nouveaux pour construction du matériel de tramways, fonderie, dynamos, projecteurs. Elle disposera d'une force motrice de 3600 chevaux.

La Société a terminé les installations centrales de :

Hambourg 3500 kw, Stuttgart 1700 kw, Nuremberg 900 kw, Munich 500 kw, tramways de Munich 900 kw.

Elle a reçu commande d'installation des entreprises d'éclairage suivantes :

Barcelone 3300 kw, Milan 300 kw, Bergame 800 kw, Halluin 60 kw, Bad Hall 40 kw, Saarbruck 75 kw, Starnberg 70 kw.

Elle a livré à l'exploitation les lignes de tramways suivantes : Aachen, Hambourg, Altona, Dusseldorf, Saint-Maurice;

Et elle termine l'établissement des lignes de :

Ulm, Reichemberg, Czernowicz, Toulon, Elberfeld, Ekaterinoslaw, Augsburg, Hambourg, Dusseldorf, Zwickau, Elberfeld à Rittershausen.

La Société a acheté les établissements Kremenetsky Meyer à Vienne, où elle va monter une fabrique de matériel électrique.

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

33581. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus à Paris.

SITUATION DES PRINCIPALES VALEURS D'ÉLECTRICITÉ AU 30 JUIN 1896

ÉPOQUE DES COUPONS.	DÉSIGNATION DES VALEURS.	NATURE DU TITRE.	NOMBRE DE TITRES ÉMIS.	VALEUR NOMINALE.	TAUX DE REMBOURSEMENT.	ÉPOQUE D'AMORTISSEMENT.	COURS AU 30 JUIN 1896.	DATE DU DERNIER PAYEMENT.	NUMÉRO DU COUPON.	MONTANT DU COUPON. BRUT.	NET.
Juin-Décembre.	Société d'Éclairage électrique du secteur de	Action.	6 000	500	»	»	530	1 Déc. 95	4	25	23
	la place Clichy	Oblig. 1re série.	2 500	500	1000	1906	1090	31 Janv. 96	11	25	23
Avril-Octobre.	— —	Oblig. 2e série.	3 000	500	500	»	506	1 Avril 96	6	12,50	11,50
1er Janv.-1er Juil.	— —	Oblig. 3e série.	2 000	500	500	1906	»	1 Juillet 96	3	11,25	10,30
Mai.	Compagnie continentale Edison	Action.	20 000	500	»	»	575	1 Juillet 96	15	14,50	14,03
Mai.	— —	Part.	14 000	»	»	»	87,50	1 Janv. 96	17	3	2,76
—	Société Parisienne d'éclairage et de force par l'électricité	Action.	20 000	500	500	1930	430	1 Juillet 96	4	20	18,49
—	Secteur rive gauche	Action L. 1/2.	6 000	500	500	1943	520	»	»	»	»
—	—	Obligation.	10 000	500	500	1917	495	Avril 96	4	12,50	12
Janvier.	Société l'Éclairage électrique	Action lib. 1/2.	5 140	500	500	1932	180	1 Janv. 96	9	10	9,05
Janvier-Juillet.	Société Travaux, éclairage, force	Action.	3 400	500	500	1922	500	Juin 96	»	30	27,78
—	Société électrique des Pyrénées	Action.	800	500	500	1939	»	»	»	»	»
—	— —	Part.	4 000	»	»	»	»	»	»	»	»
Février-Août.	— —	Obl. 1re et 2e série.	200	1000	»	»	120	Févr. 96	12	5	5
Mai-Novembre.	— —	Obl. 3e et 4e série.	200	1000	»	»	195	Mai 96	9	5	5
—	— —	Obl. 5e série.	»	»	»	»	»	Avril 96	3	4	4
—	Société Monégasque d'Électricité	Action.	1 350	500	500	»	»	15 Déc. 95	6	15	15
—	Société Normande d'électricité	Action.	1 600	500	»	»	240	15 Janv. 96	8	12,50	11,50
Avril-Octobre.	— —	Obligation.	»	»	»	»	»	15 Avril 96	6	2,75	2,51
—	— —	Part.	»	»	»	»	»	1 Juillet 94	»	2,75	0,74
Juin-Décembre.	Société Toulousaine d'électricité	Action.	»	»	»	»	»	1 Juillet 95	5	7,50	6,90
—	— —	Obligation.	»	»	»	»	»	1 Juin 96	»	15	13,90
—	Société d'Éclairage électrique de Nantes	Action.	2 400	500	»	»	»	1 Juillet 96	»	20	17,05
—	Éclairage électrique Ducommun et Cie	Action.	»	»	»	»	»	30 Avril 94	3	6	6
Avril-Octobre.	— —	Obligation.	»	»	»	»	»	30 Avril 96	»	12,50	12
Juin-Décembre.	Breguet et Cie	Action.	6 000	500	»	»	545	1 Juillet 96	7	30	27,80
—	— —	Obligation.	3 000	485	500	1911	475	1 Déc. 95	4	11,25	10,30
—	Société Cance	Action.	1 200	500	»	»	»	1 Juillet 93	25	24	24
—	Société Lyonnaise de mécanique et d'électricité	Action.	56 000	500	500	»	»	1 Avril 94	3	25	23
15 Janv.-15 Juil.	Compagnie Lyonnaise d'électricité	Obligation.	»	»	»	»	87,50	15 Juillet 96	10	12,50	11,35
—	Compagnie Edison Saint-Étienne	Action.	»	»	»	»	»	1 Janv. 95	15	15	14,03
—	Forces motrices du Rhône	Action.	24 000	500	500	1992	637,50	Janv. 96	1	9,37	8,60
—	— —	Parts.	6 000	»	»	»	300	»	»	»	»
—	Société d'Éclairage électrique des villes et des communes	Action.	»	»	»	»	»	1 Mai 96	24	6,25	6
—	Compagnie Nat. d'électricité (de Ferranti)	Action.	10 000	500	»	»	»	»	»	»	»
Avril-Octobre.	— —	Obligation.	29 200	257,50	300	1940	255	1 Avril 96	13	7,50	6,25
—	Société l'Électrochimie	Action anc.	120	5000	»	»	»	1 Août 95	4	250	250
—	— —	Obligations.	»	»	»	»	»	1 Juillet 96	7	12,50	12,50
—	Société Électrogénique	Action.	2 000	500	»	»	»	15 Mars 96	8	40,32	39,69
—	Société Électro-métallurgique française à Froges, série A	Action.	5 000	500	500	»	715	1 Mai 96	»	30	28,80
—	— — B. 1301 à 6000	Action n. l.	»	»	»	»	695	1 Mai 96	»	22,50	21,60
—	— — 6001 à 11 400	—	»	»	»	»	»	1 Mai 96	»	5,62	5,40
—	—	Obligation.	»	»	»	»	695	1 Janv. 96	3	15	13,90
Juillet.	Société générale des Téléphones (Liquidation)	Action.	50 000	500	»	»	145	Janv. 96	13	2,25	2,25
—	Société industrielle des Téléphones	Action.	2 000	500	»	1913	190	15 Janv. 96	2	6	5,15
Janvier-Juillet.	— —	Obligation.	20 000	445	500	1944	458	1 Juillet 96	5	10	9,17
—	Société générale des Téléphones de Madrid	Action.	4 000	500	»	»	465	1 Déc. 95	14	200	200
Juillet.	— —	1/5 de Part.	2 000	»	»	»	8	1 Janv. 94	6	2,50	2,34
Avril-Octobre.	Compagnie du Télégraphe de Paris à New-York	Action.	84 000	500	»	»	82,50	1 Oct. 86	9	5	4,85
—	Soc. Française des câbles télégraphiques	Action.	40 000	250	250	1987	170	»	»	12	10,50
Mai-Novembre.	— —	Obligation.	14 200	500	500	1921	435	1 Mai 96	10	12,50	11,53
—	— câble Australie	Obligation.	10 420	500	500	1923	467	1 Mai 96	»	10	9,10
—	Compagnie Thomson-Houston	Action.	8 000	500	500	»	1160	1 Mai 96	»	20	20
—	— —	—	»	250	»	»	»	1 Mai 95	»	12,50	12
15 Avril-15 Oct.	— —	Obligation.	20 000	500	500	»	1921	Avril 96	»	12,50	11,75
Janvier-Juillet.	Compagnie pour la fab. des compteurs	Action.	14 000	500	»	»	2140	Avril 95	»	25	22,74
—	Société d'Exploitation des Câbles électriques (Berthoud-Borel)	Action.	»	»	»	»	»	1 Oct. 95	13	25	25
—	L'Électrique	Action priv.	10 000	100	»	»	89,50	1 Juillet 96	9	5	5
—	—	Action ord.	15 000	100	»	»	43,50	1 Juillet 90	»	1	1
—	Société électrique Vevey-Montreux	Action.	1 840	400	»	»	»	3 Mai 96	9	24	24
—	Compagnie de l'Industrie électrique	Action anc.	»	500	»	»	400	1 Oct. 93	5	27,50	27,50
1er Juillet.	Compagnie Belge du téléphone Bell	Action t. p.	7 100	250	»	»	316	15 Mai 93	10	26,25	26,25
—	— —	Part.	5 000	»	»	»	515	15 Mai 93	10	37,40	37,40
—	Société Piémontaise d'Électricité	Action.	»	250	»	»	280	1 Avril 95	3	13,10	13,10
—	*Incandescence Auer*	Action.	20 000	100	100	1932	1295	Avril 96	»	480	480

5e Année. — N° 110. 25 Juillet 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. E. HOSPITALIER. 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

L'énergie électrique et l'acétylène. — Au moment où l'on ne parle plus que de carbure de calcium, il n'est pas sans intérêt, pour mettre les choses au point, de bien faire ressortir que le carbure de calcium ne constitue, en réalité, qu'un médiocre accumulateur d'énergie électrique pour l'application à l'éclairage, et que son rendement, à ce point de vue, est des plus médiocres. Quelques chiffres vont l'établir sans conteste. Pour produire 1 kg de carbure de calcium, il faut, avec les procédés *actuels* — cette réserve a son importance — dépenser au moins 4 kilowatts-heure. Ce kilogramme de carbure fournira pratiquement 280 litres de gaz acétylène qui, en brûlant, produira environ 400 bougies-heure.

Or, les lampes à incandescence, même médiocres, ne dépensent pas 4 watts par bougie : nos 4 kilowatts-heure produiraient donc plus de 1000 bougies-heure si on les utilisait dans des lampes à incandescence, sans passer par le carbure de calcium.

L'utilisation de l'énergie électrique est bien plus mauvaise en passant par le carbure de calcium lorsqu'il s'agit de faire de l'éclairage. Seulement, les fours à carbure de calcium utilisent ou peuvent utiliser 24 heures par jour des forces motrices hydrauliques peu coûteuses, tandis que les usines électriques sont loin d'avoir la même utilisation.

Comme pour les transformateurs à courants alternatifs, les considérations du rendement instantané et du rendement journalier conduisent à des conséquences bien différentes. Au point de vue du transport, l'acétylène liquéfié ou le carbure de calcium renferment, à l'état latent, la plus grande quantité de lumière sous un poids donné.

Le carbure de calcium doit donc être considéré comme un accumulateur de lumière commode et pratique, permettant d'améliorer le rendement journalier des usines électriques, malgré son infériorité évidente sur la lampe à incandescence ordinaire, en tenant compte seulement de l'énergie dépensée pour produire une quantité de lumière donnée.

L'acétylène nous fournit une nouvelle preuve matérielle de l'axiome *Time is money*, car malgré le moins bon rendement lumineux du gaz acétylène que de la lampe à incandescence, il peut cependant produire un éclairage plus économique que celle-ci.

Traction électrique à grande vitesse. — De très intéressantes expériences de traction électrique de wagons de voyageurs ont été faites le mois dernier aux États-Unis sur une

ligne de chemin de fer de la *New York, New Hoven and Hartford Railroad C°*, entre East Wymouth et Pemberton, distants de 18 km. La vitesse a atteint le chiffre remarquable de 150 km à l'heure en descendant la rampe et 115 en la remontant.

L'année dernière, cette Compagnie avait fait équiper par la *General Electric C°* une ligne avec le système à trolley pour la traction des trains légers. Les résultats obtenus ont été très satisfaisants, mais avant d'étendre le trolley au reste du réseau, la Compagnie voulut faire un essai du système à trois rails, essayé avec peu de succès en Europe et au contraire avec pleine satisfaction sur le Métropolitain de Chicago. Mais au lieu d'employer un rail latéral qui aurait obligé de modifier beaucoup la voie, on employa un rail central ayant la forme d'un A aplati monté sur des madriers bouillis dans l'huile de paraffine. Chaque section est de 9 m et pèse 49 kg le mètre.

L'énergie électrique est recueillie par deux sabots suspendus librement à la voiture, chacun entre les axes de l'un des trucks, de sorte qu'ils peuvent suivre exactement le troisième rail et rester en parfait contact. Le courant passe ensuite dans les moteurs par l'intermédiaire du contrôleur et retourne par les roues aux rails de la voie. La continuité du circuit de retour est assurée par des connecteurs de cuivre rivés dans les patins des rails. La distance entre les deux sabots est de 10 m. Aux croisements, il n'y a point de troisième rail; la continuité électrique du circuit est assurée par des câbles sous plomb. Quand les croisements ont moins de 9 m, l'un des sabots est toujours en contact; si ces croisements sont plus larges, la voiture les franchit en vertu de la vitesse acquise, sans ralentissement appréciable.

Les voitures automotrices employées sont du type découvert à 16 bancs; elles seront au nombre de 16. Chacune est pourvue de deux moteurs G.E. 2000, de deux contrôleurs série-parallèle, de deux interrupteurs automatiques et d'une pompe à air électrique actionnant les trains et le sifflet. Le fonctionnement de la pompe à air est automatique; dès que la pression dans le réservoir tombe au-dessous d'une valeur déterminée, le moteur électrique entre en action jusqu'à ce que la pression normale soit rétablie.

Distinction honorifique. — Notre collaborateur et ami Joseph Laffargue vient d'être promu au grade d'officier de l'Instruction publique. Tous les électriciens approuveront la distinction accordée par le Ministre à un travailleur aussi infatigable que modeste, fils de ses œuvres, et qui a su retenir l'estime de tous ceux qui l'ont approché, la sympathie de ceux qui le fréquentent, la vive affection de ceux qui, comme nous, le connaissent de longue date et l'ont vu faire peu à peu sa trouée, dans le terrible *struggle for life* de notre fin de siècle.

Automobilisme. — D'après une information publiée par notre confrère anglais *The Autocar* et que, comme lui, du reste, nous n'insérons que sous réserves, la traction automobile par accumulateurs électriques serait à la veille de prendre sa revanche sur ses concurrents la vapeur et le pétrole. On annonce, en effet, qu'un inventeur aurait réalisé une batterie d'accumulateurs d'un prix de revient peu élevé, extrêmement puissante sous un volume et un poids restreints, puisqu'elle développerait 2 chevaux pendant 24 heures pour un poids mort de 25 kg environ. Si ces merveilleuses prévisions se réalisent, on voit que l'électricité prendrait du coup la première place au point de vue de la légèreté du moteur comme elle l'occupe déjà pour la commodité et la facilité du maniement et la régularité du mouvement. Nous attendons avec curiosité la description plus complète des nouveaux accumulateurs qui, est-il besoin de le dire, viennent d'Amérique.

— Nous apprenons que la *Compagnie Urbaine d'eau et d'électricité* vient de s'adjoindre, sur la proposition de M. Brillouin, la personnalité de M. Siegefried, président du secteur Clichy. M. Siegefried devient président du conseil de la Compagnie Urbaine. La Compagnie continue ses augmentations. Elle vient de prendre à option la *Compagnie de la Banlieue Ouest* et l'usine de Puteaux.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Alais. — *Inauguration de l'éclairage.* — La fête nationale du 14 juillet a été de tout temps propice aux inaugurations, aussi chaque année à cette époque notre *Statistique des Stations centrales* s'enrichit-elle de quelques nouvelles villes, c'est ainsi qu'Alais vient de se joindre cette année au nombre des heureuses cités. Ainsi que nous le faisions prévoir (n° 100, **1895**, p. 75), c'est le 14 juillet dernier que son usine centrale a été inaugurée. Discours, banquet, rien n'a manqué à la cérémonie; le soir, un brillant éclairage presque totalement assuré par des lampes à arc donnait à la ville un aspect vraiment féerique auquel l'avait peu habituée jusqu'ici la Compagnie du gaz.

Azay-le-Rideau (Indre-et-Loire). — *Éclairage.* — Dans une réunion publique, tenue à Azay-le-Rideau, un ingénieur-électricien a exposé les premières bases pour la constitution d'une société d'électricité; des administrateurs provisoires ont été désignés, et l'on espère avoir un bon résultat avant peu. Il ne faut d'ailleurs que 58 000 fr et 500 lampes assurées.

Cannes (Alpes-Maritimes). — *Éclairage.* — Le Conseil municipal de Cannes, sur la propostion de M. Agarrat, rapporteur, a donné au maire l'autorisation de signer le cahier des charges, sous forme de traité, à passer entre la Ville et la Société d'éclairage électrique. Ce traité est relatif à la prolongation, sans monopole, de l'autorisation donnée à cette Société de distribuer l'énergie électrique dans cette ville.

Dans ce traité, il est dit que cette Société devra payer à la ville 500 fr par an de droit de voirie et que le prix de vente de l'énergie sera de 1,20 fr le kilowatt-heure jusqu'en **1911**, époque à laquelle il pourra être diminué s'il y a lieu.

Cette (Hérault). — *Traction électrique.* — La commission spéciale du Conseil municipal s'occupe activement de la question des tramways et tout fait espérer qu'elle sera bientôt résolue. Plusieurs Compagnies ont fait des propositions à la ville pour la création, à leur compte, de lignes de tramways à traction électrique.

A part quelques légères variantes, les grandes lignes sont ainsi fixées par les Compagnies :

De la gare au quai de Bosc en parcourant l'avenue, le Pont-de-Pierre, le quai du Pont-Neuf, le quai du Nord et le quai de Bosc par le pont National ou Legrand.

La deuxième grande ligne partirait du quai de Bosc pour desservir la Corniche et presque tout le tour de la montagne de Saint-Clair jusqu'aux casernes. Il faut espérer que les Compagnies se décideront à établir la voie ferrée complète tout autour de Saint-Clair, c'est-à-dire à partir du quai de Bosc pour revenir au point de départ. Cette exploitation serait très certainement productive à certaines époques de l'année; elle pourrait être suspendue en hiver. La troisième grande ligne aurait la route de Montpellier (à l'abattoir ou à l'octroi) comme point terminus.

Grenoble. — *Traction électrique.* — Par décret, est déclaré d'utilité publique l'établissement, dans le département de l'Isère, de deux lignes de tramways, à traction électrique, destinées au transport des voyageurs, bagages et messageries, de Grenoble à Eybens et de Grenoble à Varces, par Pont-de-Claix.

Mezin (Lot-et-Garonne). — *Éclairage.* — La liste déjà longue des villes de France pourvues de l'éclairage électrique va s'enrichir d'un nouveau nom, celui de la ville de Mézin.

Le projet comporte l'installation à l'usine Lasserre de deux dynamos pouvant débiter chacune 75 ampères sous 110 volts, elles seront couplées en tension et seront mises en mouvement aux heures prévues par 2 turbines. Une canalisation aérienne à trois fils distribuera l'énergie électrique et assurera à la fois l'éclairage public et l'éclairage privé. Les câbles seront soutenus par des consoles en fer munies d'isolateurs en porcelaine, lesquelles seront fixées à des poteaux en bois en dehors de la ville et aux maisons, partout où cela sera possible.

L'éclairage se fera à l'aide de lampes à arc pour les places publiques et à l'aide de lampes à incandescence dans les rues et chez les particuliers; ces derniers se brancheront directement sur la canalisation publique, l'installation étant à leurs frais, l'énergie leur sera vendue à forfait.

Quoi qu'il en soit, tout nous laisse à penser que le nouveau mode d'éclairage sera moins coûteux que celui actuellement en usage et, sans entrer dans les détails, on estime que la dépense nécessitée par l'installation ne dépassera pas le chiffre prévu, soit 22 000 fr environ.

Nice. — *Éclairage et traction électrique.* — M. Antonin Raynaud, qui fait construire sur les hauteurs de Cimiez l'immense hôtel du Regina-Palace, où viendra, dit-on, séjourner l'hiver prochain la reine d'Angleterre, a demandé à la ville de Nice :

1° De construire 2 kilomètres et demi d'égouts sous la route de Cimiez, à partir du Regina-Palace; 2° de dévier la ligne du tramway électrique sur l'avenue Regina; 3° de compléter l'éclairage du boulevard de Cimiez par l'électricité.

La commission municipale a étudié la question, mais a décidé de surseoir à statuer sur cette demande.

Nimes. — *Éclairage.* — L'éclairage électrique dont il a été souvent question (n° 29, **1893**, p. 99; n° 49, **1894**, p. 5; n° 80, **1895**, p. 260) fait dans cette ville de rapides progrès : c'est ainsi que nous apprenons qu'il vient de remplacer victorieusement le bec Auer au théâtre de l'Eden. Toutefois nous ferons un léger reproche : bien que les lampes à arc qui sont installées soient de celles qui marchent le moins mal, les courants alternatifs font une musique qui gêne considérablement celle de l'orchestre. On ferait peut-être bien de les supprimer et de les remplacer par des lampes à incandescence produisant un éclairage équivalent. L'ensemble de l'installation est du reste très soigné et le fonctionnement de l'usine de la Société Ferranti irréprochable.

Nolay (Côte-d'Or). — *Éclairage.* — De nombreux ouvriers sont occupés en ce moment à la construction de l'usine électrique qu'on installe en ce moment à Nolay, à quelques pas de la brasserie Coppenet. D'autre part, une équipe pose en ville les poteaux et les fils conducteurs et même a placé plusieurs lampes dans divers cafés. L'inauguration du nouvel éclairage aura lieu prochainement.

A la suite de cette installation, les ingénieurs dirigeront une ligne en passant par Changes, Paris-L'hôpital et Decize, sur Santenay, afin d'éclairer ce joli bourg et tout spécialement la Fontaine Salée et le nouvel établissement du Kursaal, qui est de plus en plus fréquenté par les buveurs d'eau et les touristes.

Rennes. — *Éclairage.* — L'éclairage électrique, qui est employé jusque dans les plus humbles communes du département d'Ille-et-Vilaine, nous fait espérer que la capitale de la Bretagne, le centre universitaire de la région, la ville de Rennes, n'attendra jamais l'expiration du traité qui la lie avec la Compagnie du gaz pour être autorisée à suivre la voie du progrès.

Certains articles de ce traité permettent d'espérer qu'une entente aura lieu, dans le plus bref délai possible, entre l'Administration municipale et la Compagnie du gaz, qui détient le monopole de l'éclairage public, dans le but de substituer la lumière électrique à l'éclairage actuel.

Sainte-Colombe (Rhône). — *Inauguration de l'éclairage.* — Nous apprenons que l'inauguration de la distribution d'énergie électrique de Sainte-Colombe-lès-Vienne a eu lieu il y a quelques jours et a été l'occasion de fêtes brillantes.

Trie (Hautes-Pyrénées). — *Éclairage.* — La *Dépêche* de Toulouse nous annonce que l'éclairage de la ville de Trie va entrer dans une ère nouvelle de progrès. Des lampes à incandescence remplaceront les quinquets fumeux actuellement hors d'usage. Les travaux d'installation de l'usine électrique sont déjà commencés, et grâce au zèle de l'entrepreneur M. Maurice Bergez, tout fait espérer qu'ils seront rapidement menés à bonne fin; on espère en effet inaugurer la nouvelle station centrale dans les premiers jours du mois prochain.

Troyes. — *Éclairage.* — La Compagnie nationale d'Électricité en possession depuis cinq ans de l'éclairage particulier dans la ville de Troyes, vient de traiter avec la municipalité de cette ville pour la fourniture de la lumière dans toute la zone suburbaine. Le traité passé avec le maire a été récemment approuvé par le préfet de l'Aube; les travaux doivent être terminés dans trois mois. La plus grande partie de la ville de Troyes va donc se trouver dotée d'un éclairage électrique modèle, comme sa petite voisine, la commune de Sainte-Savine, qui, plus heureuse, le possède déjà depuis cinq ans.

Toutes les autres usines de la Compagnie sont en pleine prospérité. Les recettes des 4 premiers mois de 1896 montrent une augmentation de 10 pour 100 sur 1895. D'importantes affaires sont, en outre, en négociation.

Vals-les-Bains (Ardèche). — *Traction électrique.* — Le Conseil municipal de Vals s'est réuni pour discuter l'importante question du tramway électrique Vals-Aubenas.

Le cahier des charges, déjà discuté et modifié sur plusieurs points par la Commission municipale du tramway, a été lu et discuté à nouveau pendant la séance. On y a introduit plusieurs changements et additions. Ainsi, il a été spécifié que, pendant la saison des eaux, du 15 juin au 15 septembre, la Compagnie concessionnaire aurait un service spécial du Pont de Vals aux Eaux, toutes les demi-heures, de 5 heures du matin à 11 heures et de 2 heures à 6 heures 1/2 du soir. Après ces modifications, le Cahier des charges a été adopté par le Conseil et la concession donnée à MM. Cettier, Giraud et Cie, à charge par eux d'obtenir le décret d'utilité publique, de déposer un cautionnement de 10 000 fr et de justifier à bref délai de la constitution d'une Société pour l'exploitation et de ressources suffisantes. M. Cettier, représentant de la future Société, a fait, au cours de la séance, des déclarations importantes et intéressantes : il a indiqué que le capital était déjà souscrit; il a donné quelques détails sur le mode d'exploitation : ainsi il y aura, à Aubenas, à l'Airette, des trains spéciaux pour le service d'Aubenas-Ville à la gare P. L. M. Enfin, chose encore plus importante, il a dit que, dans sa pensée et dans celle des auteurs de l'entreprise, le tramway de Vals à Aubenas n'était que le début d'un réseau de tramways dans l'Ardèche.

La première ligne étudiée sera celle d'Aubenas à Saint-Paul-

le-Jeune. A partir du mois prochain, des études et une enquête sur place commenceront, avec le concours de plusieurs notabilités locales, pour l'examen des ressources qu'offrirait cette ligne, dont la dépense serait de 4 millions environ, d'où grands avantages pour Vals, Aubenas et tout le Bas-Vivarais.

Un traité survenu entre la nouvelle Société et M. Henri Giraud lui donne l'entreprise des travaux de la ligne Vals-Aubenas. Ces travaux commenceront aussitôt après le décret d'utilité publique, que l'on espère avoir dans un mois ou deux. On mènera activement et de front la construction de l'usine d'électricité, la pose des rails et la construction des stations. On espère livrer cette ligne à l'exploitation vers le 1er janvier 1897.

ÉTRANGER

Mexico (Mexique). — *Traction électrique.* — Le représentant d'un syndicat anglais vient de faire l'acquisition du réseau total de tramways pour une somme de 37 500 000 fr. La nouvelle Compagnie a déjà pris possession du réseau et a commencé les premiers travaux de transformation. La traction électrique remplacera la traction animale sur toutes les lignes en général. La somme nécessaire à l'exécution de ces travaux, y compris la création de nouvelles lignes, s'élève à 62 500 000 fr.

Montbovon (Suisse). — *Éclairage.* — L'établissement d'une usine électrique à Montbovon vient d'être décidé, la construction et l'installation doivent se faire prochainement.

Le but de cette création est de fournir l'énergie électrique à la ville de Romont et à la vallée de la Broye. Romont a déjà modifié son contrat avec la nouvelle Société.

Cette heureuse initiative est due à MM. Genoud-Peyraud et Dujour frères. La même usine sera aménagée en vue de fournir de plus la force motrice nécessaire à un chemin de fer électrique entre Bulle et Château d'Œx.

Payerne (Suisse). — *Éclairage.* — Les autorités communales de Payerne viennent d'arrêter les conditions d'une convention avec la Société Genoud et Cie, usine électrique de Mas et Boro, à Bulle, pour l'éclairage électrique de la ville. Si la convention est ratifiée par le Conseil communal, l'installation aura lieu de suite, pour que le 1er janvier ce mode d'éclairage fonctionne à Payerne.

Zurich. — *Traction électrique.* — La ville de Zurich a été pourvue dernièrement d'un réseau de tramways électriques muni d'un système de production encore peu employé dans ce genre d'installation et qui mérite d'être mentionné, c'est l'emploi combiné des moteurs à gaz pauvre et des accumulateurs.

Les deux stations la *Elektrische Strassenbahn Zurich* et la *Zentrale Zurichbergbahn* ont été exécutées par la maison d'Oerlikon dont les longs travaux et l'expérience acquise présentent une sérieuse garantie et une bonne facture de ses travaux.

La station de la *Zentrale Zurichbergbahn* offre un intérêt spécial, sa force motrice étant fournie par une installation de moteurs à gaz pauvre qui a donné d'excellents résultats au point de vue de l'utilisation du combustible.

Son premier aménagement avait été prévu pour l'exploitation de la partie Heimplatz-Fluntern de la ligne, la partie inférieure Bellevue-Heimplatz recevant son courant de la station Burgwiess, appartenant à la *Elektrische Strassenbahn Zurich*.

Le courant moyen à fournir par la station est de 45 ampères sous 550 volts, le courant maxima pouvant atteindre dans les conditions les plus défavorables de 120 à 150 ampères.

En conséquence il a été installé deux dynamos compound dont une de réserve de 28,5 kw fournissant 50 ampères sous 550 volts, mais par suite de l'agrandissement notable du réseau, la puissance de ces machines va être portée à 44 kw.

Afin de parer aux surcharges, on a installé une batterie d'accumulateurs de 300 éléments Tudor d'une capacité de 178 ampères-heure avec un courant de décharge normal de 59 ampères; ce régime peut être doublé accidentellement sans nuire à la batterie.

Le nombre d'éléments de réglage est de 90 divisés en groupes de 5, intercalés chacun entre deux contacts consécutifs du commutateur d'éléments au réducteur. La charge de ces éléments est fournie par une machine spéciale.

La force motrice dont on dispose est fournie par une installation de moteurs à gaz pauvre, établie par la maison Stirnemann et Weissenbach, de Zurich. La station comporte actuellement deux moteurs Crossley à un cylindre pouvant fournir chacun en marche normale 60 chevaux effectifs. Par suite de l'agrandissement du réseau, un nouveau moteur va être installé; sa puissance sera de 120 chevaux, il est caractérisé par deux cylindres opposés travaillant sur le même vilebrequin : le gazogène suffit pour cette augmentation.

Ces moteurs du type courant à 4 temps sont à vitesse variable pendant la marche au moyen d'un régulateur à contrepoids système Crossley.

La mise en train se fait par le self-starter, consistant en une petite pompe à main au moyen de laquelle on comprime, dans le double tube de l'appareil et dans le cylindre, une charge de mélange tonnant dont l'explosion graduelle, grâce au double tube, pousse le piston et suffit à donner l'impulsion au moteur en lui permettant d'atteindre le cycle suivant.

Sur quelques-unes des lignes desservies les rampes sont considérables. La différence de niveau entre les stations extrêmes Bellevue et Fluntern est de 99,8 m, ce qui équivaut à une pente moyenne de 4,65 pour 100. La plus forte rampe de cette ligne est de 7 pour 100, le rayon minimum des courbes en ligne est de 16 m; une courbe n'ayant que 12 m de rayon a dû être établie à l'entrée de la remise.

La partie inférieure de la ligne principale « Bellevue-Heimplatz » est à double voie, elle est parcourue par les voitures des deux sociétés.

Le reste de la ligne est à voie unique et est muni de 4 voies de garage de 40 à 50 m de longueur. L'une d'elles, établie à un brusque tournant et à une forte montée de la partie supérieure de la Gloriastrasse, a dû être exécutée en contre-courbe.

Les rails employés sont à ornière du type Phénix 7*a* et de Hœrde.

Ce rail possède une semelle très large et est posé sans traverses ou longrines directement sur un bon empierrement. La largeur de la voie est de 1 m. Le courant est amené aux voitures par un fil aérien de 7 mm de diamètre dont la charge de rupture est d'environ 40 kg par mm².

Un deuxième fil de cuivre de 7 mm de diamètre revenant à la station est enterré le long de la voie et raccordé de 100 m en 100 m à cette dernière.

Les voitures sont à 2 essieux et leur caisse montée sur doubles ressorts; deux moteurs électriques commandent par engrenages chacun un essieu, leur puissance est de 10 chevaux pour les moteurs des petites voitures et de 15 chevaux pour ceux des grandes. Tous ces moteurs sont excités en série, système qui, à part l'isolement plus facile, permet de régler automatiquement la vitesse sur les pentes de la ligne au moyen du freinage électrique dont l'action est à la fois puissante et rapide.

Remarquons pour terminer que l'aménagement de la station est revenu un peu moins cher que si cette dernière avait été installée sans accumulateurs, attendu que la batterie remplace un groupe de machines et que les dimensions des autres groupes ont pu être réduites de façon à utiliser les moteurs à pleine charge, c'est-à-dire dans les meilleures conditions de rendement.

LE COUPLAGE EN PARALLÈLE
DES MACHINES COMPOUND

L'emploi des dynamos compound se généralisant dans les stations centrales de tramways électriques, il est intéressant d'étudier les meilleures méthodes à adopter pour le fonctionnement en parallèle de ces génératrices; les conditions à remplir sont peu connues et prêtent encore à d'assez longues discussions dans la presse technique; les périodiques américains s'occupent surtout de cette question que nous allons résumer rapidement.

Une dynamo compound étant à la fois une machine shunt et une machine série, nous examinerons d'abord le mode de fonctionnement de ces génératrices simples au point de vue du couplage en parallèle.

Dynamos shunt. — Une machine excitée en dérivation donne un voltage constant si la vitesse et la charge sont constantes; la vitesse restant invariable, le voltage diminue régulièrement de la marche à vide à la pleine charge; ceci tient à la fois à la réaction d'induit, à la chute de potentiel ohmique due à la résistance de l'armature et à la diminution du courant d'excitation résultant des deux premières causes. La tension aux bornes peut ainsi présenter des variations excessivement grandes; comme la charge varie constamment dans le service des tramways électriques, ces génératrices ne permettent pas d'obtenir un fonctionnement satisfaisant, aucun régulateur automatique de tension ne pouvant suivre ces variations rapides et continues.

Deux dynamos shunt étant couplées en parallèle avec le même voltage aux bornes, il semble que l'on obtient un équilibre instable, en supposant même ces deux machines identiques; l'une d'elles pourrait prendre ou la charge entière, ou une fraction de cette charge, ou marcher à vide, ou même encore débiter un courant supérieur à celui de la ligne, le surplus servant à actionner comme moteur l'autre génératrice. En réalité, la répartition des charges ne se fait pas de cette manière inacceptable; si l'une des machines dépasse sa puissance normale, sa machine à vapeur ralentit ou sa courroie glisse; son voltage diminue par suite de la réduction de vitesse, de l'augmentation de la réaction d'induit et de la diminution de l'excitation; ceci tend à charger la seconde génératrice accouplée et à répartir à peu près uniformément la puissance à produire par les deux machines.

Il en résulte que, pour avoir un bon couplage en parallèle, les régulateurs des machines motrices ne doivent pas être trop sensibles; il faut que la vitesse puisse diminuer légèrement lorsque la charge augmente.

Dynamos série. — Contrairement à ce qui se passe pour une machine shunt, le voltage d'une machine série augmente avec la charge jusqu'à ce que, les inductions augmentant, le circuit magnétique soit pratiquement saturé.

En accouplant en quantité deux génératrices série identiques et en les faisant travailler sur un circuit extérieur (fig. 1), on obtient un équilibre tout à fait instable : aussitôt que la charge de la machine A dépasse la moitié de la charge totale, son voltage augmente alors que celui de la machine B diminue : le courant de cette dernière

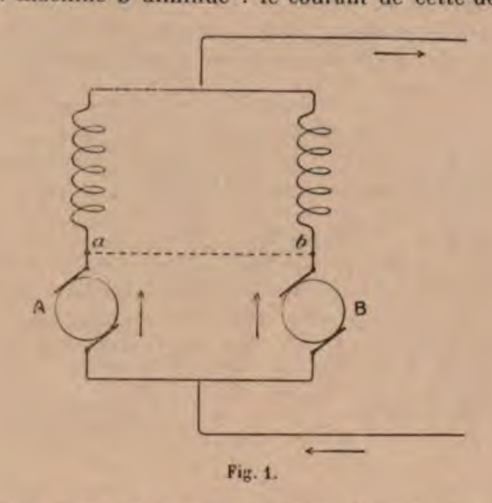


Fig. 1.

machine et par suite son excitation changeront de sens; les deux dynamos fonctionneront alors en série et en court-circuit sur la somme de leurs résistances; afin d'éviter ce renversement, on réunit les balais *a* et *b* par une connexion de faible résistance, de manière que les courants des deux machines s'unissent aux points *a* et *b*, se partagent dans les deux bobines inductrices et se réunissent aux bornes de la station centrale.

Une solution qui n'est applicable qu'au cas de deux machines consiste à exciter l'une quelconque des deux génératrices par le courant de l'autre (fig. 2) : aussitôt

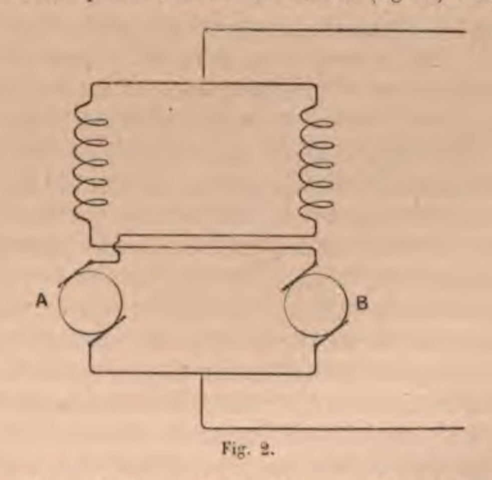


Fig. 2.

que la charge de l'une d'elles dépasse celle de l'autre, le voltage de cette dernière se renforce pendant que celle de la première s'abaisse et ce va et vient continuel assure un bon fonctionnement de ces machines en parallèle.

Dynamos compound. — Pour éviter la chute de tension avec la charge présentée par une machine excitée en déri-

vation, on emploie un enroulement série superposé à l'enroulement shunt : on obtient ainsi une *génératrice compound*; le fonctionnement en parallèle de ces dynamos s'explique facilement en tenant compte des considérations précédentes.

La connexion entre *a* et *b* (fig. 3) doit être faite comme pour les machines série : on l'appelle *égalisateur*; pour que le réglage soit sensible, la résistance de ce fil doit être de beaucoup inférieure à celle de l'enroulement série, ce qui n'est pas toujours facile à obtenir, cette

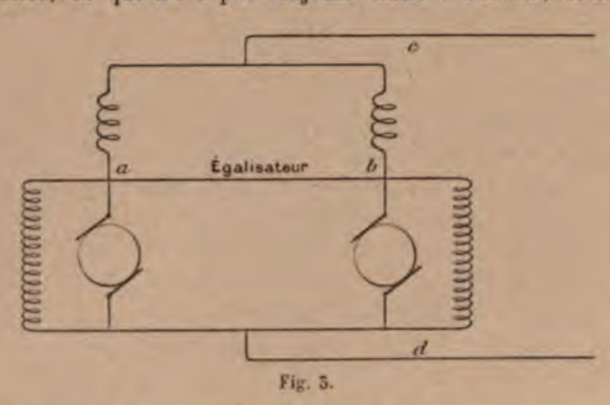


Fig. 3.

dernière résistance étant toujours très petite dans les grandes génératrices de tramways (comme ordre de grandeur, indiquons 0,01 ohm).

C'est pourquoi l'on fait ordinairement cette connexion directement d'une machine à l'autre sans passer par le tableau de distribution et sans intercaler d'interrupteur dans ce circuit, un mauvais contact pouvant augmenter considérablement sa résistance. Cette méthode peut très bien être employée dans le service des tramways électriques, comme l'a conseillé M. J. E. Woodbridge; la borne *c* (fig. 3) doit être connectée à la terre (aux rails) et la borne *d* au fil de trolley : de cette façon, si une machine est mise hors circuit, la différence de potentiel entre le sol et la borne connectée au fil égalisateur n'est jamais supérieure à quelques volts, ce qui écarte tout danger; de plus, ceci évite toute erreur dans le couplage. Il est indispensable de ne mettre aucun coupe-circuit dans le câble d'égalisation, puisque le rappel à l'équilibre des charges est d'autant mieux assuré que les courants de réglage qui le traversent sont plus intenses, lorsque cet équilibre est rompu.

Malgré ces avantages, il arrive souvent que le couplage des machines compound se fait au moyen d'interrupteurs triples, les pôles intermédiaires étant connectés au fil égalisateur; dans ce cas, l'enroulement série de la machine à accoupler n'est traversé par aucun courant au moment de la mise en parallèle; lorsque l'on ferme l'interrupteur, le courant traversant cet enroulement dérange l'équilibre des voltages établi au premier moment; il s'ensuit que les machines ne se partagent pas également la charge totale.

Si l'on tient à la triple interruption, M. Woodbridge préconise l'emploi de trois interrupteurs distincts; on ferme d'abord ceux du câble d'égalisation et de la borne correspondante de la machine, de sorte que l'enroulement en série de la machine à accoupler soit en circuit alors que son induit ne débite pas encore, par suite de la non fermeture du dernier interrupteur; on élève le voltage de cette machine un peu au-dessus de celui de la station centrale pour tenir compte, au moins partiellement, de la réaction et de la chute de potentiel ohmique de l'induit; en fermant alors le troisième interrupteur, la génératrice accouplée prend aussitôt la charge qu'elle doit supporter, sans aucun dérangement ultérieur de l'équilibre.

L'action de l'enroulement en série peut être réglé très exactement par une dérivation prise entre les deux extrémités de cet enroulement; toute diminution de la résistance de cette dérivation entraîne une diminution correspondante du courant dans l'enroulement série.

Dynamos hypercompound. — Lorsque le compoundage est tel que le voltage augmente en même temps que la charge, la machine est dite *hypercompound*. L'hypercompoundage doit être fait ordinairement de telle sorte que le voltage demeure constant en un point déterminé de la ligne : si le nombre des machines en marche est toujours le même, ce problème n'offre aucune difficulté : on établit l'enroulement série d'après les conditions spéciales de l'installation, et le voltage au point considéré demeure sensiblement constant.

Prenons maintenant le cas de trois machines donnant par exemple chacune 500 volts à vide et 550 volts à pleine charge avec un débit de 1000 ampères; le voltage près de la station sera de 550 volts lorsque les machines fonctionnent à pleine charge, et le débit total maximum pour les différents cas sera de 1000, 2000, 3000 ampères, suivant le nombre des dynamos en service; si, par exemple, la résistance des conducteurs jusqu'au centre de distribution est de 0,025 ohm, la différence de potentiel en ce point sera successivement 525, 500 et 475 volts.

Un moyen très simple pour maintenir la constance de ce voltage consiste à laisser continuellement tous les enroulements série en circuit; lorsqu'une seule génératrice est en marche, le courant qui traverse son enroulement série est seulement le tiers du courant total, le reste traversant ceux des autres machines dont les induits sont hors-circuit; en employant trois interrupteurs distincts, ceci pourra se faire sans difficulté, et l'on voit bien dans ce cas l'avantage de connecter le pôle correspondant à l'enroulement en série au circuit allant aux rails, afin de ne pas avoir sur des machines inactives de trop fortes différences de potentiel avec le sol. D'autre part, les machines étant toujours ainsi partiellement excitées, leur mise en route peut se faire beaucoup plus rapidement, ce qui est souvent nécessaire.

Le dispositif suivant est moins pratique : on conduit le courant d'une des machines dans l'enroulement série de l'autre; ceci exige des machines identiques et entraîne à de grandes complications si l'on a plus de deux machines.

Des génératrices de types complètement différents peuvent convenablement fonctionner en parallèle, à la condition de bien régler leurs enroulements série et d'avoir des barres d'égalisation fonctionnant d'une manière satisfaisante, ce qui est facile à réaliser.

A. O. Dubsky, P. Girault.

MONTAGE EN SÉRIE

DES

LAMPES A INCANDESCENCE

SUR COURANTS ALTERNATIFS

Le montage en série des lampes à incandescence, qui a déjà reçu des applications dans des cas particuliers, est appelé à être souvent employé dans l'avenir. Il se justifie notamment dans les installations qui comportent un grand nombre de lampes toujours allumées simultanément et réparties sur une longue ligne. Il convient en conséquence à l'éclairage des rues, canaux, etc., et tire surtout son avantage de l'emploi de hautes tensions et de l'économie de cuivre qui en résulte, ainsi que de la simplicité remarquable et de la facilité d'exploitation de l'ensemble du système.

La production des hautes tensions par courant continu présentant des difficultés, on a recours en pareil cas aux courants alternatifs qui se prêtent aisément et en toute sécurité de fonctionnement aux tensions élevées tant comme production directe dans les machines mêmes que comme transformation. L'emploi des courants alternatifs pour l'alimentation de lampes à arc et à incandescence en série remonte aux premières années des applications modernes de l'électricité; mais l'utilisation des bobines de réaction lui a, dans ces derniers temps, donné un regain d'intérêt entre les mains de la *Westinghouse Electric C°* en Amérique, et, en Allemagne, entre celles de la Société *Hélios*, qui l'a appliqué à l'éclairage du canal de la Baltique. Nous bornant au cas des lampes à incandescence, nous étudierons parallèlement, avec M. Alexandre Rothert(¹), leur montage en série sur bobines de réaction et sur petits transformateurs individuels.

Dans le premier système, comme l'indique le schéma de la figure 1, une bobine de réaction est montée en dérivation sur chaque lampe. En fonctionnement normal, le courant d'alimentation I se divise en deux parties dont l'une i_1 passe par la lampe, et l'autre i_m par la bobine de réaction. Celui-ci correspond à une faible perte de puissance, le décalage entre le courant et la différence de potentiel dans la bobine étant voisin d'un quart de période. Cette puissance perdue dans la dérivation correspond à l'hystérésis et aux courants parasites développés dans le noyau de fer de cette bobine, ainsi qu'à l'échauffement de son enroulement. Elle ne s'élève ainsi qu'à une faible fraction de la puissance totale absorbée par l'installation. En admettant, pour simplifier, une différence de phase exactement égale à un quart de période, on commet une très petite erreur sans influence sur le résultat final.

Fig. 1.

Dans ces conditions, on peut alors représenter par le diagramme de la figure 2 les courants et les tensions dans le système considéré. Soit u la différence de potentiel aux bornes des lampes, c'est-à-dire la différence de potentiel totale pour la série des N lampes alimentées divisée par ce nombre N de lampes; les lampes à incandescence pouvant, d'une manière générale, être considérées comme dépourvues de self-induction, le courant y est en concordance de phase avec la différence de potentiel. Soit donc i_1 ce courant dans les lampes. Le courant i_m circulant dans les bobines de réaction doit, d'après ce qui précède, être décalé d'un quart de période en arrière. Ces deux courants i_1 et i_m se composent alors suivant le parallélogramme connu et leur résultante donne le courant d'alimentation I décalé de l'angle φ sur la différence de potentiel. On voit dès lors que, pour un même courant i_1 dans les lampes, la différence de phase φ ainsi que le courant d'alimentation I seront d'autant plus grands que l'intensité i_m dans les bobines de réaction sera elle-même plus grande. Ce courant dans les bobines de réaction, qui peut en même temps être regardé comme un courant d'aimantation, est par suite proportionnel à la réluctance du circuit magnétique de la bobine de réaction; on est, en conséquence, à même de le modifier, en introduisant, par exemple, un entrefer dans le circuit magnétique fermé de la bobine. Une augmentation d'intensité dans cette bobine modifierait, dans le cas actuel, le diagramme de la figure 2 suivant les lignes ponctuées.

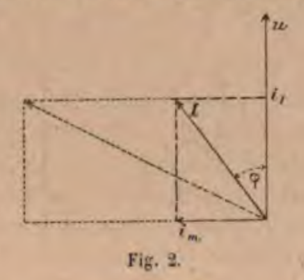


Fig. 2.

Considérons maintenant le diagramme correspondant à une lampe éteinte par destruction de son filament ou d'une façon quelconque : le courant total du système (provisoirement regardé comme constant) passera alors par la

(¹) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 5 mars 1896.

[illegible] que, si l'on suppose la [illegible] différence de potentiel entre les [illegible] de réaction est proportion-[illegible] elle est le siège; elle augmente [illegible] valeur

[illegible] (1)

[illegible] subit une modification de phase, [illegible] maintenant décalée d'un quart de [illegible] avance sur le courant de ligne *I*. (Il ne s'agit [illegible], de la différence de potentiel de [illegible], mais de la composante de la tension du [illegible] qui lui fait équilibre, d'où *décalage en avance*). [illegible] figure 3 montre la relation entre u' et u en fonction des

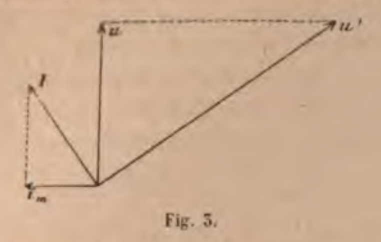


Fig. 3.

autres grandeurs : i_m et u correspondent aux relations en fonctionnement normal, tandis que u' représente la différence de potentiel aux bornes d'une bobine de réaction quand la lampe correspondante est brûlée. On voit aisément d'après cette figure 3 que u' est à I comme u est à i_m; c'est ce qui résulte de l'équation (1).

Tant que I se maintient constant, comme on l'a admis jusqu'ici, les autres lampes restent complètement indépendantes de cette modification.

Traçons alors le diagramme pour un système complet de quatre lampes à incandescence, par exemple, montées en série avec bobines de réaction. Les différences de potentiel aux bornes des lampes doivent toutes être

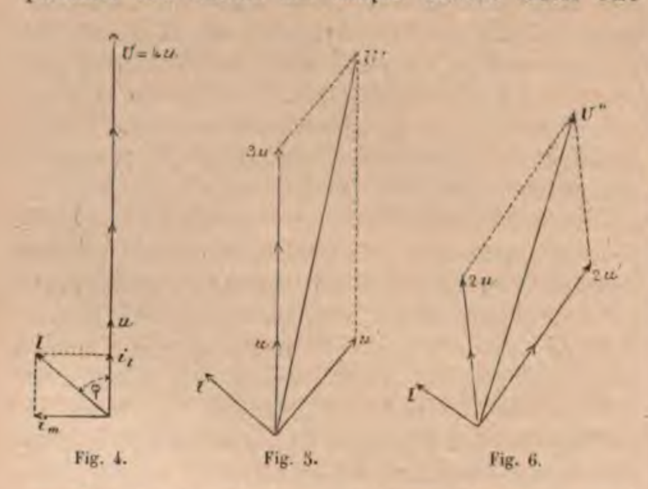


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

comptées dans le même sens, et l'on a en fonctionnement normal $U = 4u$ (fig. 4). Si l'une de ces lampes vient à s'éteindre, toutes les autres brûlant sans modification, comme nous l'avons supposé, il ne reste plus, sur la verticale correspondant à $4u$, que $3u$ (fig. 5). Cette suppression de lampe entraîne la construction du diagramme de la figure 5. Au lieu de la tension normale u, on a maintenant la tension plus élevée u', et, comme la différence de phase n'est plus la même que pour $3u$, les deux tensions se composent géométriquement pour donner comme résultante U'. Si deux lampes viennent à brûler, comme I est supposé rester constant, on a de même le diagramme donné par la figure 6, etc.

En réalité I ne reste pas tout à fait constant. Il est pratiquement beaucoup plus faible, pour maintenir U constant. Comme on le voit sur les figures 4, 5 et 6, U' est plus grand que U; si U reste constant, il faut donc, dans les diagrammes 5 et 6, réduire toutes les grandeurs dans le rapport de U' à U, et on obtiendra le courant de ligne efficace et le courant de lampes efficace. Les lampes fonctionneront ainsi à intensité et sous tension un peu moindres qu'en fonctionnement normal, si l'une ou plusieurs d'entre elles viennent à brûler. On peut cependant réduire aussi peu que l'on veut, dans la pratique, cet affaiblissement d'intensité, ce qui permet de rendre le système auto-régulateur sous une différence de potentiel constante.

Plus on augmentera le courant dans les bobines de réaction pour une intensité donnée dans les lampes, plus on réduira la différence entre le courant d'alimentation et celui qui parcourt ses bobines (fig. 2). Plus le rapport $\frac{i_m}{I}$ et $\frac{u}{u'}$ se rapprochera de l'unité, moindre sera la différence entre u et u' et meilleure sera par conséquent la régulation pour un nombre donné de lampes éteintes à la fois. Au point de vue du rendement de l'installation, on devra chercher cependant à avoir un courant d'alimentation aussi peu intense que possible, et, en raison de la réaction sur le générateur, une différence de phase également aussi faible que possible entre le courant de ligne et la différence de potentiel; de là la nécessité, pour l'extinction d'un certain nombre donné de lampes, de calculer pour les bobines de réaction le plus faible courant qui puisse donner au système l'auto-régulation désirée. Nous indiquerons plus loin une méthode graphique simple pour la solution de ce problème.

L'autre moyen de monter en série des lampes à incandescence consiste à alimenter chacune d'elles par le secondaire d'un petit transformateur dont le primaire est en série avec les primaires de transformateurs semblables

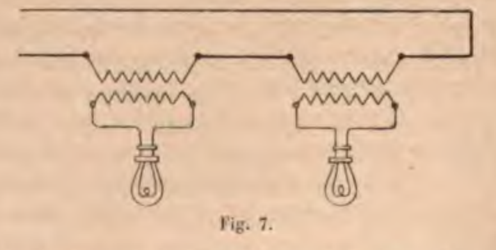


Fig. 7.

pour toutes les autres. On voit sur la figure 7 le schéma de cette disposition.

Pour en étudier le mode de fonctionnement en exploitation normale, traçons d'abord le diagramme connu du transformateur. Soient dans la figure 8 :

e_1 la f. é. m. primaire, sensiblement égale à la différence de potentiel primaire aux bornes u_1 ;

e_2 la f. é. m. secondaire, égale à la différence de potentiel secondaire aux bornes u_2, c'est-à-dire celle aux bornes des lampes ;

i_1 le courant secondaire, traversant les lampes ;

i_m le courant d'aimantation nécessaire à la production de la f. c. é. m. indispensable ;

I le courant primaire ;

φ la différence de phase dans le système primaire.

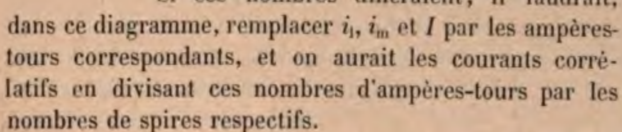


Fig. 8.

On suppose dans ce diagramme que le primaire et le secondaire du transformateur comportent le même nombre de spires. Si ces nombres différaient, il faudrait, dans ce diagramme, remplacer i_1, i_m et I par les ampères-tours correspondants, et on aurait les courants corrélatifs en divisant ces nombres d'ampères-tours par les nombres de spires respectifs.

Ce diagramme suffisamment exact pour la question qui nous occupe présente une grande analogie avec celui de la figure 2. L'analogie sera encore plus grande et arrivera à une identité si l'on considère les modifications déterminées par les extinctions de lampes. En effet, le courant secondaire i_1 devient nul et tout le primaire, toujours supposé constant, est employé à aimanter le transformateur dans lequel aucun courant secondaire ne lui fait équilibre. Par suite, la différence de potentiel primaire u_1 croît comme précédemment (exactement la f. c. é. m. croît, et avec elle u_1 comme composante de la tension du système nécessaire à vaincre cette f. c. é. m.), et le décalage φ s'approche d'un quart de période ; on retrouve, par suite, les modifications représentées dans la figure 3. Ici également le courant d'aimantation variera dans de larges limites, suivant qu'on intercalera, par exemple, un plus ou moins grand entrefer dans le circuit magnétique du transformateur.

D'après ce qui précède, il n'est plus nécessaire de démontrer que, pour plusieurs lampes, les relations subsistent comme avec les bobines de réaction. Les deux systèmes se comportent exactement de même magnétiquement et électriquement.

Il reste cependant encore à indiquer pour les deux systèmes le mode de détermination du courant d'aimantation nécessaire pour un nombre donné de lampes éteintes simultanément, quand les variations de tension aux lampes restant allumées ne doivent pas dépasser une limite fixée pour une alimentation sous différence de potentiel générale constante.

A cet effet étudions de plus près quelques-unes des particularités du diagramme utilisé en pareil cas. On voit sur la figure 3 qu'à toute modification de i_m en I correspond, comme phase et comme grandeur, une modification de u en u'. Dans les deux triangles la cathète se change en hypoténuse. La différence de potentiel u' aux bornes (primaires) d'un transformateur ou d'une bobine de réaction après l'extinction d'une lampe a toujours une même composante verticale u, et le fait subsiste pour chaque lampe, même en cas d'extinction de plusieurs, tant que I reste constant, comme on l'a supposé. Que, par exemple, deux lampes s'éteignent, comme dans la figure 6, la différence de potentiel plus élevée $2u'$ a une composante verticale $2u$ et une composante horizontale correspondante. On voit donc qu'une lampe, brûlant ou non, a toujours la même composante verticale de différence de potentiel (u), mais que, à toute lampe éteinte, correspond une certaine composante horizontale.

On peut dès lors simplifier le diagramme d'un système de 4 lampes, dans lequel 2 sont éteintes, comme le montre la figure 9 ; $U = 4u$ représente comme précédemment la différence de potentiel totale du système,

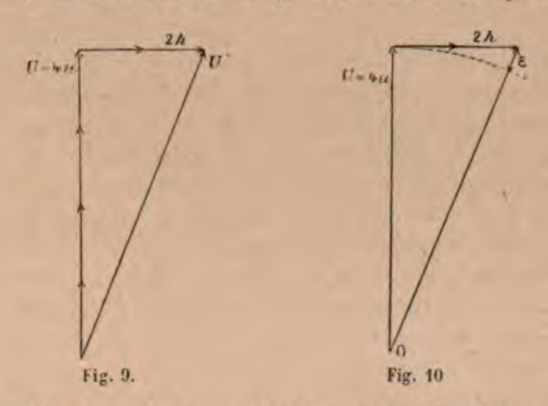


Fig. 9. Fig. 10

quand toutes les lampes sont allumées, et U' celle correspondant à 2 lampes éteintes ; $2h$ est la composante horizontale afférente au cas d'extinction de deux lampes. Si, alors, du point O comme centre (fig. 10) on décrit avec un rayon $U = 4u$ un arc de cercle, on sépare de U' une portion ε qui, étant égale à $U' - U$, donne l'influence de l'extinction de 2 lampes sur les autres ; la différence de potentiel aux bornes des lampes restant allumées croît, en effet, dans le rapport $\frac{U'}{U} = \frac{U + \varepsilon}{U}$. Si, pour plus de précision, on réduit l'ensemble du diagramme de telle sorte que U représente la différence totale de potentiel, ε devient la chute de potentiel dans tout le système ; pour N lampes, la différence de potentiel aux bornes de ces lampes augmente de $\frac{\varepsilon}{N}$. Dans la plupart des cas on peut ne pas réduire le diagramme et ne pas tenir compte de la légère erreur qui en résulte.

Dès lors la solution du problème ci-dessus devient facile :

Supposons donnés $U = Nu$ et ε, ainsi que n, nombre des lampes éteintes simultanément, et soient $N = 5$ et $n = 2$ comme exemple numérique, les valeurs de u et de ε étant dans une proportion quelconque. On tracera

verticalement une droite $U = 3u$ (fig. 11), et à angles droits avec elle une horizontale H. Puis on prendra sur le prolongement de U la chute de potentiel accordée ε (2 pour 100 de U en réalité, bien que le dessin la représente plus grande); du point O comme centre avec le rayon $U + \varepsilon$ on décrira un arc de cercle qui coupera en P l'horizontale H, et on joindra O et P. PO sera alors égale à la grandeur précédente U' et on aura $UP = 2h$ pour la composante horizontale correspondant aux deux lampes éteintes. $OP = U + \varepsilon$ étant la grandeur cherchée, en joignant encore P et Q et complétant le parallélogramme OQPR, on achève la construction. OQ est alors la

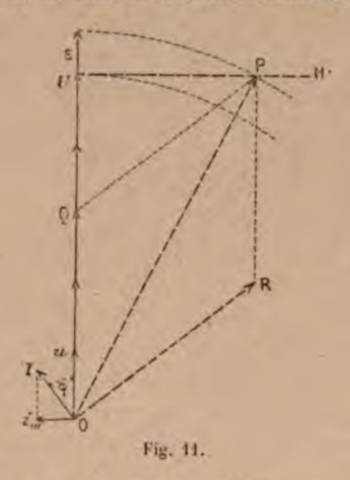


Fig. 11.

différence de potentiel $3u$ des trois lampes allumées; OR la tension $2u'$ correspondant aux deux lampes éteintes. I est perpendiculaire à OR et la composante horizontale de I donne le courant cherché d'aimantation i_m; φ est le décalage du système.

On déterminera aisément ainsi dans chaque cas particulier le courant d'aimantation nécessaire et le décalage qui en dépend.

On peut se demander maintenant quel est le degré d'exactitude de l'ensemble de la méthode. L'approximation avec laquelle le courant de marche à vide du transformateur ou celui de la bobine de réaction est identifié avec le courant d'aimantation théorique comme en retard d'un quart de période sur la différence de potentiel n'apporte aucune erreur sensible dans le calcul; en effet, la perte par échauffement dans le cuivre de la bobine de réaction ou du primaire du transformateur, ainsi que la perte par hystérésis dans le fer, ne constituent qu'une faible fraction de la puissance totale (10 pour 100 environ), de sorte que le décalage entre le courant de marche à vide et le courant d'aimantation est très petit, et, par suite, l'erreur qui en résulte est négligeable en pratique. Cette erreur aurait pour effet de rendre la chute de potentiel, pour quelques lampes brûlées, plus élevée aux lampes en activité que ne le comporte leur construction.

Une autre erreur beaucoup plus importante résulte de l'hypothèse que la réluctance du circuit magnétique reste constante. Par suite de la saturation assez élevée du fer dans les petits transformateurs ou les bobines de réaction considérés, où l'induction nécessaire au point de vue économique atteint environ 7000 à 13000 gauss, il ne peut déjà plus être question d'une proportionnalité exacte entre la force magnétisante et l'intensité du champ; la différence de potentiel u' ne variera plus avec i_m suivant le rapport $\frac{I}{i_m}$; la diminution de perméabilité du fer fera croître u' plus lentement, et, avec elle, la différence de potentiel résultante totale U'. Dans des hypothèses défavorables, tous les rapports pourraient même se renverser; autrement dit, U' pourrait être inférieur à U, et, par suite, pour quelques lampes détruites, les autres brûleraient avec plus d'éclat. Les choses n'en arrivent cependant pas généralement là, attendu que le décalage est ordinairement voisin de $\varphi = 45°$ et que, par suite, le rapport $\frac{I}{i_m}$ est sensiblement égal à 1,5; dans ces conditions, pour une induction maxima dans le fer égale, par exemple, à 9000 gauss et étant donné que le circuit magnétique a généralement un faible entrefer (pour la simplicité de l'installation), cette circonstance ne pourrait être que favorable en ce que la chute de potentiel serait moindre et même nulle pour la destruction d'une seule lampe. La courbe d'aimantation du fer employé étant connue, il est d'ailleurs facile de voir ce qui se passe, et on évite ainsi toute erreur. Dans la pratique, il suffit généralement d'une estimation approchée pour voir si la diminution de perméabilité n'introduit pas par hasard une erreur importante, car, pour l'ensemble du système, il n'est pas nécessaire d'avoir la valeur exacte de la chute de potentiel; il suffit pratiquement de la prédéterminer approximativement.

En ce qui concerne la comparaison entre les deux systèmes ci-dessus décrits, on arrive aux résultats suivants :

A égalité de qualité de fer, de poids de cuivre et de prix, le système des bobines de réaction offre l'avantage d'un meilleur rendement, en ce qu'on peut employer pour l'enroulement tout l'espace qui lui est réservé. Il a, par contre, cet inconvénient qu'on ne peut, en fonctionnement, accéder aux lampes en contact immédiat avec la haute tension. Il en résulte qu'on est obligé de les isoler très soigneusement et qu'on ne peut pas les installer partout; il faut les monter le plus près possible des bobines de réaction et les tenir éloignées des maisons et des points facilement accessibles.

Le système des transformateurs a, toujours pour un fer de même qualité et à conditions égales de prix, l'inconvénient d'un rendement un peu moindre, en ce qu'on ne dispose que de la moitié de la place pour chaque enroulement, d'où nécessité d'une plus grande densité de courant qui implique une augmentation de perte par effet Joule. Les pertes dans le fer restent d'ailleurs les mêmes dans les deux cas. Par contre le système par transformateurs possède sur celui des bobines de réaction les principaux avantages suivants : possibilité de toucher

aux lampes et de les remplacer même en fonctionnement; nécessité d'un moindre isolement de celles-ci par rapport à la terre et, par suite, faculté de fixer les lampes aux maisons, à des poteaux, etc., sans crainte des hautes tensions; enfin indépendance de la tension aux lampes de celle du système et du nombre de ces lampes. L'emploi du système à transformateurs est ainsi possible dans toutes les installations à courants alternatifs existantes sans lampes de tension anormale. C'est cette considération qui a fait écarter les bobines de réaction d'une petite installation récemment étudiée par l'*Elektricität Actien Gesellschaft* et où il s'agissait d'éclairer par courants polyphasés sous 2000 volts trois voies d'un assez grand développement au moyen de lampes à incandescence. Les lampes devant toujours être allumées ou éteintes de la station par groupes de 13 à la fois, le montage en série présentait la solution la plus simple, en même temps que la plus économique, du problème. Avec des bobines de réaction les lampes auraient dû avoir aux bornes une différence de potentiel de $\frac{2000}{13} = 154$ volts qui n'est ni courante ni pratique. On eut alors recours à 78 petits transformateurs de 88 watts chacun, montés par 13 en tension et alimentant individuellement une lampe de 25 bougies. La tension aux bornes des primaires était de 154 volts; celle aux secondaires, de 65 volts. La construction graphique donne dès lors, pour un courant primaire de 0,58 ampère par lampe, un courant d'aimantation de 0,44 ampère, et, pour le courant de ligne, $\sqrt{0{,}44^2 + 0{,}58^2} = 0{,}72$ ampère.

Ces conditions correspondent à une chute de potentiel de 2 pour 100 quand, sur les 13 lampes en série, deux se trouvent éteintes, ce qui donne une sécurité suffisante. La situation est même en réalité un peu meilleure par suite de la diminution de perméabilité du fer. Quant à la régulation du courant d'aimantation nécessaire, elle s'effectue par l'introduction en deux points du circuit magnétique d'un carton de Bristol de 0,5 mm d'épaisseur.

Les essais après installation ont donné une excellente concordance entre les résultats obtenus et calculés, le courant de ligne atteignant effectivement 0,75 ampère au lieu de 0,72 calculé. L'extinction de deux lampes ne réduisait pas sensiblement l'intensité lumineuse; il fallait en éteindre 4 pour obtenir à cet égard un commencement de résultat appréciable; mais, dès qu'une cinquième était mise en court-circuit, le reste reprenait son éclat normal. On est ainsi suffisamment garanti, au point de vue de l'influence sur les autres lampes, contre l'extinction d'un nombre quelconque de lampes par mise hors circuit ou en court-circuit dans les groupes indépendants.

La simplicité relative de cette solution graphique montre les services que peut rendre ce mode de procéder, au regard des complications et des pertes de temps auxquelles entraînerait le calcul analytique. E. B.

COUPLAGE EN PARALLÈLE DES ALTERNATEURS

La maison Siemens et Halske de Berlin vient de publier une notice très intéressante sur le couplage en parallèle des dynamos. Nous allons rapporter ici quelques-uns des arguments développés.

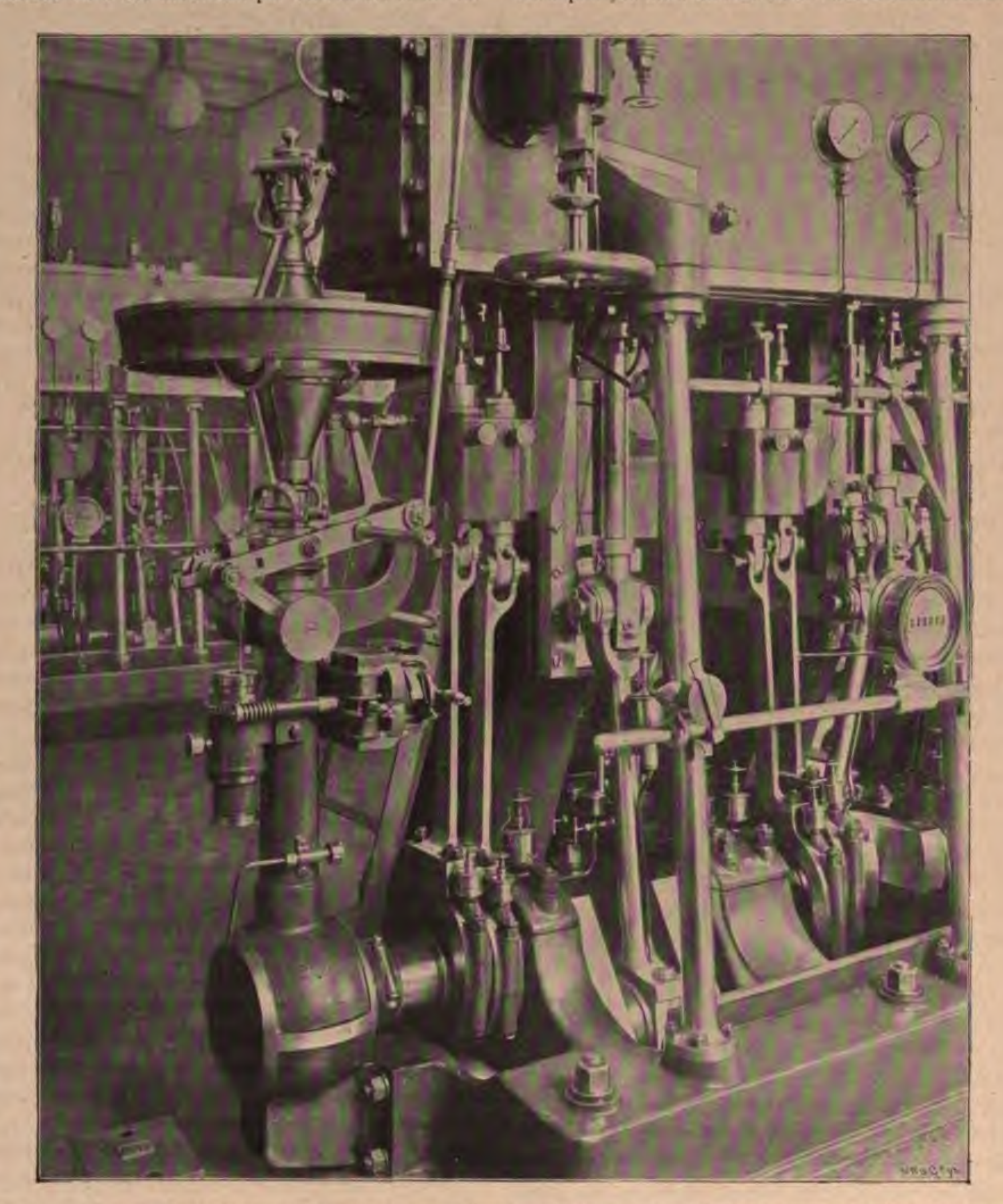
La notice rappelle qu'il y a quelques années (vers 1885), le couplage en parallèle des dynamos à courants continus se faisait avec le secours d'une batterie de lampes à incandescence, analogue au rhéostat de charge pour le couplage des alternateurs. Elle fait ensuite l'examen du couplage actuel en quantité des dynamos à courants continus et montre combien il est facile de coupler à vide une machine sur une autre en charge et de répartir ensuite la charge entre les deux machines. Avec les dynamos à courants continus, les variations de différence de potentiel peuvent être obtenues par les variations de l'excitation ou de la vitesse angulaire. Des appareils appropriés permettent d'obtenir très aisément ces variations, surtout celles de l'excitation.

Il n'en est plus de même pour les alternateurs à courants alternatifs simples ou à courants polyphasés. Pour le couplage de ces alternateurs, il est nécessaire que la différence de potentiel, la vitesse angulaire et les phases soient égales. Le procédé le plus simple est évidemment d'avoir recours au rhéostat de charge, et à l'indicateur de phases. Mais on s'est demandé s'il n'y avait pas un moyen plus simple d'arriver au même résultat comme avec les machines à courants continus.

Les difficultés qui se présentent sont de plusieurs ordres. Tout d'abord le mode d'action d'un régulateur centrifuge dépend de la charge de la machine qu'il doit régler. En autres termes, un régulateur doit régler à une vitesse angulaire déterminée pour une certaine charge de la machine. Il en résulte que si nous prenons deux alternateurs en synchronisme, les régulateurs des machines à vapeur également chargées fonctionnant pour une vitesse angulaire déterminée, nous ne pouvons faire varier la charge de l'une sans compromettre le synchronisme. Il ne sera pas possible non plus de coupler en quantité un alternateur avec un autre si nous ne réalisons pas les conditions énoncées plus haut. De même si nous voulons arrêter un alternateur couplé avec un autre, nous diminuerons peu à peu la charge de celui-là. Le régulateur centrifuge agira aussitôt de façon à diminuer l'arrivée de vapeur et par suite la vitesse angulaire. Le synchronisme est aussitôt détruit. Il n'est donc pas possible d'assurer, dans les conditions réelles de marche le synchronisme des alternateurs avec l'emploi du régulateur à force centrifuge tel qu'il fonctionne actuellement.

Mais on peut se demander s'il n'y a pas un moyen de modifier les dispositions de ce régulateur pour satisfaire aux conditions énoncées. Cette modification peut consister uniquement en un dispositif laissant arriver à la machine, fonctionnant toujours à la même vitesse angu-

laire, une quantité de vapeur plus ou moins grande, de façon à régler la charge de chaque machine tout en conservant le synchronisme. Il suffit pour cela de placer sur le régulateur un levier maintenu par un ressort et de disposer celui-ci de façon à augmenter ou à diminuer par sa tension l'action de la force centrifuge. On peut également placer sur la tige du régulateur un contrepoids dont les déplacements d'un côté ou de l'autre donneront le même



Vue d'ensemble de l'appareil régulateur de la maison Siemens et Halske pour couplage en parallèle des alternateurs montés sur une machine.

résultat. Il sera ainsi possible de maintenir couplés en parallèle des alternateurs, sur lesquels on pourra enlever de la charge ou en remettre, en les faisant marcher à la même vitesse angulaire et en maintenant leur synchronisme par le procédé dont nous venons de parler. Ce mode de réglage ne peut être efficace que s'il est possible d'agir d'un seul point sur tous les régulateurs à la fois. Nous verrons plus loin les dispositifs qui ont été adoptés.

Cette méthode peut être également utilisée dans diverses autres circonstances, s'il s'agit par exemple de turbines hydrauliques travaillant en parallèle avec un moteur électrique alimenté par une station primaire éloignée. A un moment donné, si l'on veut arrêter le moteur, on peut faire passer la charge du moteur sur les turbines en faisant déplacer leurs régulateurs. Il en serait de même s'il s'agissait d'une machine à vapeur

ayant pour secours un moteur ainsi alimenté par l'énergie électrique produite à distance par une chute d'eau.

La société Siemens et Halske a employé un appareil de ce genre dans plusieurs de ses installations, et elle déclare que cet appareil lui a permis de faire les couplages des alternateurs dans d'excellentes conditions. Nous avons du reste mentionné le procédé et donné le diagramme dans nos articles sur les stations centrales à courants triphasés : *la station centrale d'énergie électrique de la ville de Chemnitz* (*Industrie électrique*, 1895, n° 78, p. 115) et *la station centrale d'énergie électrique de la gare de Dresde* (*Industrie électrique*, 1895, n° 89, p. 382). La figure ci-jointe est une vue extérieure de ce même appareil. A gauche de la figure, sur l'axe qui porte le régulateur à force centrifuge, se trouve fixé un petit moteur électrique, qui entraîne une vis tangente horizontale. Celle-ci actionne un engrenage horizontal placé dans un récipient maintenu à l'arbre par un collier. Une transmission élastique que l'on distingue à peine sur la figure vient mettre en marche une vis verticale qui fait mouvoir la roue dentée que l'on aperçoit. Celle-ci est solidaire des contrepoids et les fait déplacer. Ce déplacement agit sur la charge du régulateur et fait varier l'admission suivant les besoins. Le nombre des dents de la roue est calculé pour que le déplacement ne soit possible qu'entre certaines limites. On peut à volonté déplacer la vis tangente verticale pour l'embrayer ou la débrayer. Sur les diagrammes auxquels nous renvoyons plus haut, on peut voir que les moteurs de réglage sont alimentés par le circuit principal d'excitation avec rhéostat et interrupteurs sur le tableau de distribution.

Dans l'installation de Dresde, que nous avons rappelée plus haut, et qui est très importante, ces moteurs électriques, dits moteurs de réglage d'arrivée de vapeur, sont branchés au tableau de distribution, à côté même de chaque alternateur avec interrupteurs, coupe-circuits et commutateurs pour changer de sens à volonté. Il est alors nécessaire que l'électricien chargé du tableau de distribution exerce une grande surveillance pour maintenir le synchronisme et remédier en temps utile aux défauts qui pourraient se produire par suite des variations de charge sur un alternateur ou pour toute autre raison. Il est vrai que ces mêmes difficultés se présentent également avec les alternateurs couplés à l'aide d'un rhéostat de charge, et qu'il est possible, une fois le synchronisme obtenu, de le maintenir ensuite pendant la marche des alternateurs. Il en sera de même, et certainement beaucoup plus facilement, par la manœuvre du moteur électrique.

Le système que nous venons de décrire permet donc à un instant quelconque d'amener les alternateurs à la même vitesse angulaire, quelle que soit leur charge. Pour faire le couplage, il suffit ensuite de s'assurer de la coïncidence des phases ; ce qui est très facile avec un indicateur de phases, celui-ci pouvant être branché sur le circuit secondaire du transformateur au départ, ou directement sur le circuit principal, si celui-ci est à basse tension.

J. Laffargue.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 29 juin 1896.

Sur les rayons limites ($\lambda = 0$). — Dans cette nouvelle Note de M. C. Maltézos, présentée par M. A. Cornu, l'auteur arrive, par une série d'analogies et de comparaisons, aggravées par un certain nombre d'hypothèses et compliquées de calculs laborieux, à cette conclusion que l'on peut aussi prendre les rayons limites ($\lambda = 0$) comme un flux électromagnétique spécial, par analogie avec les cas cités de la propagation de la chaleur ou de l'électricité dans un fil.

Séance du 6 juillet 1896.

Sur la réfraction et la diffraction des rayons X. — Note de M. Gouy. — Dans une Note antérieure [1], j'ai fait connaître le dispositif d'une source linéaire de rayons X, et son application à l'étude de la réfraction. J'ai repris ces expériences avec divers perfectionnements qui portent, soit sur la source elle-même, soit sur les appareils accessoires.

Deux séries ont été faites, la première sur des corps assez transparents, la seconde sur des corps presque opaques, qui ne paraissent pas avoir été examinés encore à ce point de vue. Les fils de platine qui portent ombre sur la plaque photographique sont au nombre de deux, chacun muni d'un prisme ; leur rectitude est rigoureusement contrôlée. Les mesures de la distance des deux images apprennent si ces distances sont rectilignes. Les fils ont 40 microns de diamètre et sont à 2,50 m de la plaque, qui est elle-même à 5 m de la source ; dans la seconde série, ces distances ont été réduites au dixième. Les ombres ou images sont assez nettes pour supporter un grossissement de 10 fois, et être mesurées à quelques microns près.

Les écarts produits par la réfraction ne dépassent pas quelques microns, et l'indice n calculé d'après ces écarts est indiqué ci-après :

	Substances.	$(n-1)10^6$.
Première série.	Aluminium	$-0{,}46$
	Crown-glass	$-0{,}69$
	Ébonite	$-0{,}40$
	Soufre	$+0{,}69$
	Cire vierge	$+0{,}30$
Seconde série.	Flint-glass	$+7{,}0$
	Fer	$-17{,}5$
	Zinc	$+10{,}5$

Pour les corps assez transparents (première série), les

[1] *Comptes rendus*, 26 mai 1896.

déviations observées ne sont que des fractions de seconde, et l'indice excède l'unité de moins de $\frac{1}{1\,000\,000}$. Les écarts sont trop petits pour qu'on puisse en répondre ici ; je conclurai donc que la réfraction est insensible, et qu'il faudrait la chercher dans la septième décimale de l'indice.

Dans la seconde série, les écarts ne dépassent pas non plus les erreurs admissibles, mais l'approximation sur $n - 1$ est encore 20 fois moindre.

Je me suis occupé aussi de la diffraction. Dans les expériences précédentes (première série), la lumière donnerait des ombres extrêmement faibles, et larges de plusieurs centimètres; cette remarque montre que la diffraction est nulle ou peu considérable, comme on le savait déjà. Pour soumettre la question à une épreuve rigoureuse, j'ai étudié l'épanouissement du faisceau passant par une fente étroite.

Je rapporterai, entre autres, l'expérience suivante : une fente de 45 microns de largeur est placée à 2,50 m de la plaque, qui est elle-même à 5 m de la source. L'examen de l'image montre qu'elle occupe presque tout entière une largeur de 110 à 120 microns, ce qui est en dehors étant peu de chose, et assurément moins de $\frac{1}{4}$ de l'intensité maximum.

Supposons que la diffraction existe comme pour la lumière, et que la longueur d'onde soit 0,005 micron; en calculant les intensités relatives aux divers points, on s'assure que ces nombres définissent une bande bien plus large. Ainsi, en s'arrêtant aux points où l'intensité est $\frac{1}{4}$ du maximum, on aurait une largeur de 340 microns, soit 3 fois l'évaluation précédente.

Il est donc établi avec certitude que, si la diffraction existe comme pour la lumière, la longueur d'onde des rayons X est considérablement plus petite que 0,005 micron, qui représente $\frac{1}{100}$ de la longueur d'onde du vert.

Rien n'indique du reste qu'il existe une diffraction quelconque, l'excès de largeur de la raie sur la largeur théorique (90 microns) s'expliquant naturellement par les dimensions de la source, le grain du cliché et les petits mouvements de l'appareil pendant la pose de quatre heures.

Recherches sur le tungstène. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — Nous avons indiqué précédemment (¹) qu'il était facile de préparer au four électrique et en grande quantité la fonte de tungstène, que l'on pouvait affiner ensuite en refondant le métal en présence d'un excès d'acide tungstique.

Préparation du métal pur. — On peut obtenir le tungstène à l'état de pureté en chauffant directement, au four électrique, un mélange d'acide tungstique et de charbon de sucre. Les proportions employées sont les suivantes : acide tungstique pur, 800 g; charbon de sucre pulvérisé, 80 g. Ce mélange renferme un excès d'acide tungstique.

Le tungstène étant un métal difficilement fusible, on doit chauffer pendant dix minutes avec un courant de 900 ampères et 50 volts. On obtient un culot présentant des parties superficielles bien fondues, mais dont la partie intérieure est poreuse et ne touche au creuset de charbon que par quelques points. En évitant, dans ces conditions, la fusion complète du métal, le carbone du creuset n'intervient pas et l'excès d'acide tungstique est volatilisé.

Conclusions. — Le tungstène peut s'obtenir facilement au four électrique par réduction de l'acide tungstique par le charbon. Si l'on n'atteint pas le point de fusion du métal, ce dernier peut être obtenu dans un grand état de pureté.

Si l'on opère en présence d'un excès de carbone ou si l'on fond le métal dans le creuset de charbon, on obtient un carbure défini de formule CTu^2 qui dissout du carbone qui est abandonné ensuite sous forme de graphite.

Le tungstène pur peut se limer et se forger; il se cémente avec facilité, n'agit pas sur l'aiguille aimantée et son point de fusion est supérieur à ceux du chrome et du molybdène.

Sur la solubilité du carbone dans le rhodium, l'iridium et le palladium. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — A sa température d'ébullition, le platine, ainsi que nous l'avons démontré, dissout du carbone qu'il abandonne ensuite sous forme de graphite (¹). Nous avons étendu cette recherche à quelques autres métaux voisins du platine. (Suivent les expériences, dont voici les conclusions :)

De même que le platine, le rhodium, le palladium et l'iridium dissolvent le carbone avec facilité à la température du four électrique, l'abandonnent avant leur solidification sous forme de graphite, mais ne s'y combinent pas et ne fournissent pas de carbures.

Tous ces graphites sont foisonnants.

Action physiologique des courants à haute fréquence; moyens pratiques pour les produire d'une façon continue. — Note de M. A. d'Arsonval (²). — Dans des Communications antérieures, j'ai montré que les combustions organiques étaient augmentées sous l'influence des courants à haute fréquence, soit que ces courants traversent directement les tissus, soit qu'ils y prennent naissance par induction au moyen de la méthode à laquelle j'ai donné le nom d'*auto-conduction*. Il était intéressant de poursuivre l'étude de ces phénomènes en soumettant les êtres en expérience pendant des temps fort longs à l'influence de ces courants, pour voir, par

(¹) H. Moissan, *Préparation au four électrique, de quelques métaux réfractaires : tungstène, molybdène, vanadium* (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1225).

(¹) H. Moissan, *Sur la préparation d'une variété de graphite foisonnant* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 608, 1893).

(²) Communication faite dans la séance du 29 juin.

exemple, comment se modifieraient les phénomènes de l'incubation, du développement et de la nutrition en général, notamment après les inoculations pathogènes.

J'ai été arrêté, au début de mes recherches, par l'impossibilité de réaliser un outillage pouvant produire ces courants sans surveillance pendant plus de quelques instants, et cela d'une façon pratique et économique. Les transformateurs chauffaient ou brûlaient, les condensateurs crevaient ou la dépense de courant était exagérée. Après maintes combinaisons infructueuses, je suis arrivé à réaliser un dispositif simple qui fonctionne sans surveillance des journées entières, dans des conditions de marche très économiques et avec un rendement excellent.

Dans le dispositif rendu classique par Hertz et perfectionné par Tesla, Elihu Thomson et moi-même, on charge périodiquement une capacité par un courant alternatif à haute tension provenant d'un transformateur dont la différence de potentiel aux bornes du circuit relié à la capacité est d'au moins 10 000 volts. Cette capacité se décharge sur un circuit de résistance et de self-induction appropriés, en donnant naissance à des oscillations électriques dont la période a une durée que donne la formule de Lord Kelvin. Le transformateur est actionné soit par un courant continu (bobine de Ruhmkorff munie de son interrupteur), soit par le courant provenant d'un alternateur à basse fréquence. Dans le premier cas, l'énergie disponible est faible (100 à 200 watts); dans le second cas, elle peut être quelconque; mais ici se présente un gros inconvénient : les deux boules du déchargeur qui terminent les armatures du condensateur sont en même temps en communication avec le circuit à haute tension du transformateur. Il en résulte qu'à chaque fois qu'éclate l'étincelle, le transformateur se trouve fermé sur lui-même. On a beau souffler l'arc avec un jet d'air ou un champ magnétique, cet arc laisse passer non seulement le courant à haute fréquence, mais aussi le courant à basse fréquence émanant directement du transformateur. Les boules du déchargeur sont rapidement détruites, le transformateur peut être brûlé, surtout s'il est à circuit magnétique fermé, et l'on consomme inutilement du courant.

Dans le dispositif que j'emploie, j'évite ces deux inconvénients en coupant le circuit à haute tension du transformateur par un premier condensateur, de capacité variable, suivant l'énergie dont on veut disposer; le deuxième condensateur, qui est le siège des oscillations électriques et qui porte le déchargeur, se trouve monté en série avec le premier, que j'appelle *condensateur de garde*. De cette manière, jamais le secondaire du transformateur n'est fermé sur lui-même. En réglant convenablement les capacités du condensateur de garde et du condensateur à haute fréquence, il n'est plus nécessaire de souffler l'étincelle constituée uniquement, dans ce cas, par des décharges à haute fréquence. J'améliore encore singulièrement le résultat en intercalant, en série, sur le circuit primaire du transformateur, une bobine à self-induction variable, qu'on ajuste suivant les besoins. Cette bobine de réaction, contrairement à une résistance de même valeur, mais dépourvue de self, fait monter le potentiel aux bornes du primaire. Le courant alternatif à 42 périodes est pris sur le secteur de la rive gauche, et le transformateur est du système Labour. Il est à circuit magnétique fermé, d'une puissance de 3000 watts, et donne au secondaire une différence de potentiel de 15 000 volts pour 110 volts aux bornes du primaire. Lorsque je me servais de cet appareil, en montant le condensateur simplement en dérivation sur le secondaire du transformateur, je dépensais 30 ampères sous 110 volts pour produire un courant de haute fréquence, capable d'allumer 3 lampes de 20 bougies placées en dérivation sur le solénoïde à haute fréquence.

De plus, malgré un soufflage énergique, les boules du déchargeur étaient rapidement détériorées et le transformateur compromis.

En intercalant au contraire le condensateur de garde et la bobine de réactance, je ne consomme plus que 3 ampères au lieu de 30, et les trois lampes de vingt bougies brillent d'un éclat plus vif, montrant que l'intensité du courant à haute fréquence est augmentée.

On règle d'ailleurs à volonté la puissance dépensée en modifiant la capacité des condensateurs de garde et de haute fréquence ainsi que la self de la bobine à réaction. Les condensateurs sont constitués par de grandes jarres cylindriques de 50 cm de hauteur. Leurs armatures d'étain sont collées au verre avec de la cire ou du suif. Malgré cela le diélectrique chauffait très vite et les bouteilles étaient rapidement percées. J'ai eu l'idée alors de les remplir d'eau que recouvre ou non une légère couche d'huile de vaseline. Depuis cette modification je peux marcher vingt-quatre heures de suite sans que les condensateurs bougent et sans que la température de l'eau dépasse 40° à 50°. J'ai essayé également avec succès des condensateurs plans en verre ou en ébonite, immergés dans l'huile de vaseline, mais le premier dispositif, qui est plus simple d'installation et plus propre, a d'habitude ma préférence. D'après ce que je viens de dire, on voit que le rendement d'une installation à haute fréquence ainsi montée peut être élevé ainsi que j'aurai ultérieurement occasion de le montrer à propos de la production de l'ozone. Dans tous les cas, le rendement est bien supérieur à celui qu'on obtient avec le montage classique du condensateur placé en dérivation sur le secondaire du transformateur.

Avec ce dispositif, je peux étudier l'action prolongée des courants à haute fréquence sur les animaux, soit à l'état normal, soit lorsqu'ils sont soumis à des inoculations pathogènes. Pour éviter toute action perturbatrice, l'animal en expérience est placé dans une cage cylindrique, isolante (bois, verre, carton, etc.), couchée horizontalement.

Cette cage est entourée extérieurement d'un gros conducteur faisant 15 à 20 tours et à travers lequel passe le courant à haute fréquence. Ce solénoïde induit dans le

corps de l'animal des courants de haute fréquence qui ne sont nullement sentis.

Pour mesurer l'intensité des courants traversant le solénoïde de façon à rester dans les mêmes conditions, je me servais d'un petit ampèremètre thermique placé en dérivation sur une des spires du solénoïde. J'ai depuis simplifié l'installation en me servant du solénoïde lui-même pour mesurer le courant qui le traverse. Pour cela, le solénoïde, au lieu d'être constitué par un conducteur plein, se compose d'un tube métallique *à parois très minces* de 10 mm à 15 mm de diamètre. Ce tube est bouché par un bout tandis que l'autre extrémité se trouve reliée à un manomètre à eau. Quand le courant passe le tube chauffe, l'air qu'il contient se dilate et pousse la colonne du manomètre dont la hauteur définitive mesure cet échauffement. On donne à l'appareil toute la sensibilité voulue en inclinant plus ou moins le manomètre. Enfin, je rends les indications de l'instrument indépendantes des variations de température et de pression extérieures en reliant la seconde branche du manomètre à une capacité close qui le transforme en thermomètre différentiel.

Dans mes expériences, je m'arrange, pour ne pas troubler les phénomènes, de façon que l'échauffement du solénoïde creux ne dépasse pas 2 degrés. Comme le tube est mince et noirci extérieurement, l'équilibre de température est rapidement atteint. Il est facile, de cette manière, de ramener le courant toujours à la même intensité. Pour connaître cette intensité du courant à haute fréquence, je fais circuler dans le solénoïde un courant à basse fréquence, dont je gradue l'intensité jusqu'à ce que le manomètre donne la même indication. A cause de la minceur des parois du tube, la résistance reste la même sensiblement pour toutes les fréquences. Ce procédé n'a d'ailleurs d'autre prétention que de permettre à l'expérimentateur de se placer dans les mêmes conditions sans compliquer le matériel instrumental.

J'avais montré antérieurement que les combustions organiques s'exagèrent chez l'animal placé dans le solénoïde; j'ai pensé qu'il était possible de montrer ce phénomène par une expérience plus simple et moins longue que celle nécessitée par une analyse des gaz de la respiration. Si l'animal brûle davantage, il doit diminuer de poids plus rapidement.

Pour vérifier cette conclusion, j'ai placé le solénoïde renfermant l'animal en expérience sur le plateau d'une balance enregistrante Richard. Voici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus : un petit cochon d'Inde placé dans le solénoïde, non parcouru par le courant, a perdu 6 gr de son poids en seize heures. On rend le solénoïde actif; le cochon d'Inde a perdu alors 30 gr de son poids dans le même espace de temps (seize heures). Je supprime de nouveau le courant; il se passe alors un phénomène assez inattendu : l'animal *gagne en poids* pendant deux heures. Au bout de ce temps, il a augmenté de 1 gr environ. Regnault et Reiset ont constaté un phénomène analogue chez certains de leurs animaux, qui, pendant le sommeil, fixaient plus d'oxygène qu'ils n'éliminaient d'acide carbonique et de vapeur d'eau. Après ces deux heures la perte de poids reprend sa marche, tout en restant plus faible. Ce n'est guère qu'une demi-heure après l'établissement du courant que la perte de poids prend son régime uniforme. Les animaux étaient placés dans un solénoïde disposé pour recevoir leurs déjections qui tombaient dans de l'huile de façon à éviter l'évaporation. L'échauffement de la cage, dû au courant seul, n'élevait pas sa température de 1°, élévation absolument sans influence sur l'animal. Le second cobaye perdait 6 gr de son poids en cinq heures, à l'état normal, et 24 gr dans le même temps, quand le courant passait. Un lapin a perdu 48 gr en huit heures dans la haute fréquence et seulement 25 gr durant le même temps, à l'état normal.

La perte de poids semble donc être plus accentuée pour les animaux de petite taille, sous l'influence du courant. J'indiquerai ultérieurement les raisons de ce phénomène en poursuivant cette intéressante étude. Pour le moment je me borne à signaler ces faits qui montrent que la perte de poids confirme les résultats déjà acquis par l'analyse des produits de la respiration.

Effets thérapeutiques des courants à haute fréquence, par M. A. d'Arsonval. — Les courants à haute fréquence agissent puissamment pour augmenter l'intensité des combustions organiques, ainsi que je l'ai démontré précédemment. J'ai pensé, dès lors, que cette modalité particulière de l'énergie électrique donnerait de bons effets dans cette classe particulière de maladies, si bien étudiées par mon savant confrère et ami, le professeur Bouchard, sous le nom de *maladies par ralentissement de la nutrition*. Certaines formes du diabète sucré, la goutte, le rhumatisme, l'obésité, etc., sont dans ce cas.

J'ai donc institué, depuis le commencement de cette année, une série de recherches cliniques sur ce sujet. Les expériences ont lieu à l'Hôtel-Dieu, dans le service dirigé par mon assistant, le docteur Charrin, et sous son contrôle, au point de vue médical. Les résultats obtenus jusqu'ici ont si complètement répondu à mon attente que je crois devoir en signaler quelques-uns dès maintenant.

Voici dans quel esprit sont instituées ces recherches et quelle a été la marche suivie : je rejette complètement tous les résultats mettant en jeu l'appréciation du malade, pour tenir compte, exclusivement, des modifications physico-chimiques ou cliniques exactement et objectivement mesurables. J'élimine ainsi complètement les améliorations subjectives qui pourraient être attribuables à la suggestion. Cette cause, qu'invoquent trop légèrement certains médecins pour expliquer des cures indéniables dues à l'électricité, n'a aucune part dans les faits que je vais signaler. D'ailleurs, les résultats positifs obtenus précédemment chez les animaux et que nous allons retrouver chez nos malades, écartent *a priori* cette objection.

Les observations rapportées par l'auteur se rattachent à deux diabétiques et un obèse.

Les variations de la température ont été prises deux fois par jour, de même que la pression artérielle, qui a été mesurée à l'aide du sphygmo-manomètre de notre confrère, le professeur Potain.

L'analyse des urines a été faite par M. Guillemonat, interne du service, qui a procédé de la façon suivante : Chaque jour, sur l'urine émise dans les vingt-quatre heures, on prélève un cinquième, par exemple, du volume total. Tous les cinq jours, on fait une analyse. Par ce procédé, on a une moyenne qui élimine les causes d'erreur dues aux oscillations journalières de la diurèse. Les précautions sont prises naturellement pour mettre ces urines à l'abri de la décomposition.

Le coefficient urotoxique de ces urines, coefficient dont on connaît aujourd'hui toute l'importance, grâce aux travaux de M. Bouchard, a été pris dans son laboratoire même par M. Charrin.

Enfin l'application du courant a été faite avec grands soins, sur mes indications, par M. Bonniot, externe du service, un de mes auditeurs et élève des docteurs Tripier et Apostoli. Toutes les précautions, en un mot, ont été prises pour donner à ces observations le caractère de précision qui doit en assurer la valeur.

L'analyse des gaz de la respiration ainsi que la radiation calorimétrique des sujets seront prises également sous peu.

Deux mots maintenant du dispositif instrumental permettant la production des courants à haute fréquence au lit du malade. Je ne pouvais songer à employer l'appareil si commode décrit dans ma précédente Communication,

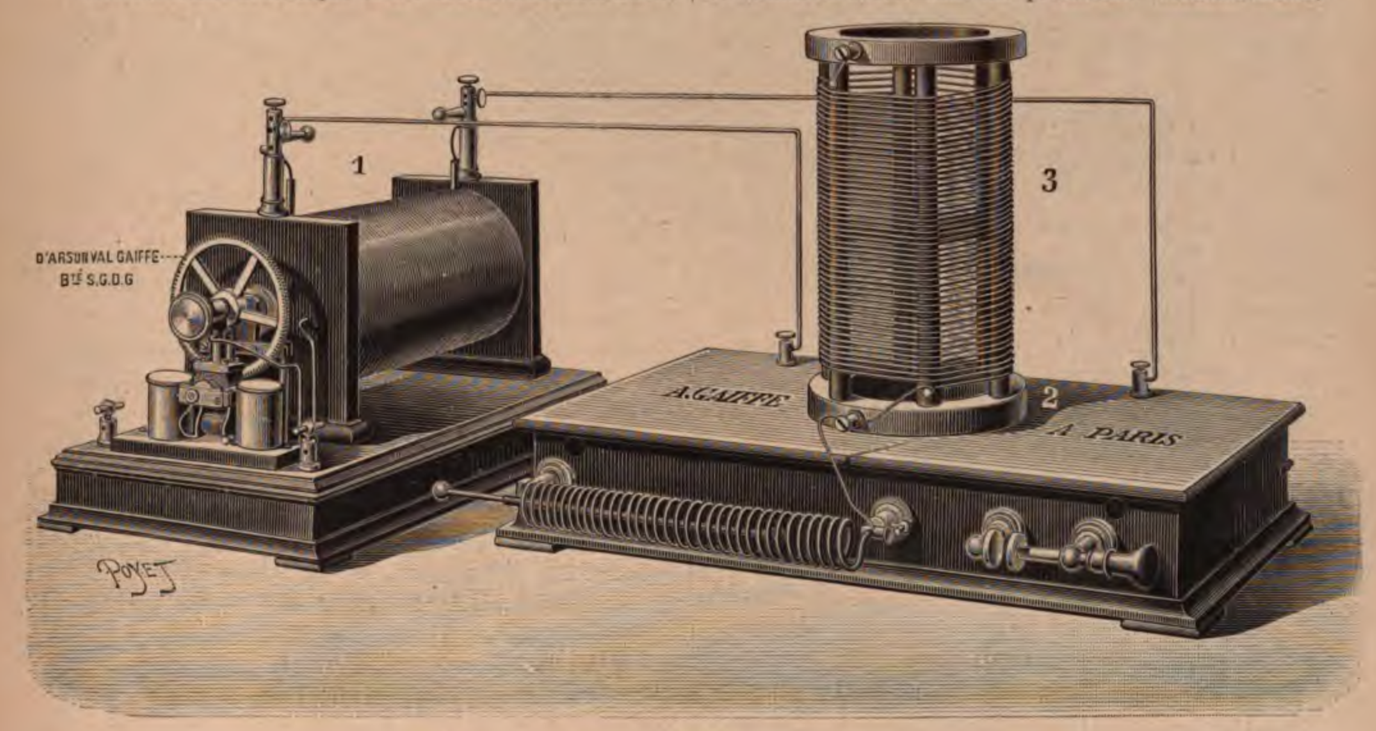


Fig. 1.

puisque l'Hôtel-Dieu n'est pas relié au secteur électrique. Pour charger périodiquement le condensateur, j'ai dû avoir recours à la bobine Ruhmkorff, actionnée par des accumulateurs. Le trembleur classique de cet appareil présente un gros inconvénient.

Sous l'influence du courant énergique qui le traverse, le marteau se soude assez rapidement à l'enclume, et cette fermeture en court circuit amène rapidement la détérioration de la bobine et des accumulateurs, si une surveillance de tous les instants ne vient parer à cet accident. Pour l'éviter, j'ai fait établir par M. Gaiffe la modification suivante, que la figure ci-jointe met en évidence.

L'enclume, au lieu d'être fixe, tourne d'un mouvement de rotation continu, grâce à un petit moteur électrique animé par une dérivation du courant provenant des accumulateurs. Si le collage se produit, il ne peut se maintenir, et l'interrupteur fonctionne ainsi sans surveillance. La bobine charge les condensateurs plans, reliés en cascade, que contient la boîte plate située à côté de la bobine; le courant de haute fréquence est capté, comme d'habitude, aux extrémités du solénoïde. Son intensité est réglée en prenant un plus ou moins grand nombre de spires et on la mesure en intercalant dans le circuit le galvanomètre représenté figure 2, construit pour mesurer les courants de haute fréquence. C'est un galvanomètre thermique, composé d'un fil fin dont l'échauffement se traduit par des variations de longueur qu'indique une aiguille mobile sur un cadran, divisé expérimentalement en milliampères d'un côté, en volts de l'autre.

Cet appareil permet de faire passer à travers l'organisme des courants dont l'intensité dépasse 500 milliampères.

J'ai indiqué déjà trois procédés principaux pour l'électrisation par les courants à haute fréquence : le premier consiste à amener à la partie du corps qu'on veut électriser le courant émanant du solénoïde à l'aide de conducteurs terminés par des électrodes appropriées; le second consiste à plonger le malade dans un solénoïde ne le touchant pas, mais qui induit dans son corps des courants de même fréquence : c'est la méthode de l'autoconduction ou faradisation induite; dans le troisième, le malade constitue une des armatures d'un condensateur chargé statiquement par le solénoïde, ainsi que le représente la figure ci-jointe.

Dans les observations analysées, c'est le premier procédé qui a été employé. Le courant émanant du solénoïde traverse le corps entier des pieds aux mains. Un des pôles du solénoïde est en rapport avec l'eau d'un pédiluve où le malade plonge ses deux pieds; le second pôle est relié aux deux mains par un conducteur bifurqué terminé par



Fig. 2.

des poignées métalliques. Dans ces conditions, le courant est généralisé et son intensité a varié entre 350 et 450 milliampères; la durée des séances faites quotidiennement, d'abord de dix minutes, a été abaissée successivement à cinq et à trois minutes, suivant l'impressionnabilité des sujets. Ce courant, je le répète, n'exerce aucune action consciente, soit sur la sensibilité, soit sur la motricité, ce qui fait que les malades se soumettent sans répugnance à son action. Suivent les observations dont nous reproduisons seulement les conclusions :

La haute fréquence agit, comme toujours, puissamment sur la circulation, qu'il existe des contre-indications et qu'enfin la suggestion ne suffit pas pour expliquer les bons effets de l'électricité, puisque ce malade qui n'a pas bénéficié du traitement avait la foi, contrairement aux précédents qui furent tout étonnés de se trouver mieux.

Si cette voie nouvelle ouverte à la Thérapeutique est pleine de promesses, je dois prévenir les médecins que tout est à faire au point de vue clinique. J'ai montré expérimentalement que la haute fréquence est un puissant modificateur de l'organisme; là se borne, pour le moment, mon rôle de physiologiste.

J'ajouterai un mot au point de vue théorique. Pourquoi ces courants, dont l'action est si puissante, n'impressionnent-ils pas la sensibilité? Les physiciens disent que la cause en est à leur localisation superficielle. J'ai montré, par des preuves surabondantes, d'ordre physiologique, que ces courants pénètrent profondément, au contraire, dans l'organisme pour impressionner notamment les centres vaso-moteurs. Les physiciens n'ont pas réfléchi que leur explication s'applique seulement aux corps bons conducteurs, comme les métaux. Dans le cas où le conducteur considéré a seulement la conductibilité du corps humain (inférieure à celle de l'eau salée à 1 pour 100), ces mêmes formules montrent que la répartition du courant doit être sensiblement uniforme dans l'organisme. Il est facile de le vérifier d'ailleurs, comme je l'ai fait avec un cylindre de verre plein d'eau salée, dont les dimensions étaient de 70 centimètres de longueur sur 25 centimètres de diamètre. La densité du courant, re-



Fig. 3.

cueilli suivant l'axe ou près de la paroi, ne varie pas d'un centième de sa valeur.

La véritable explication de l'innocuité des courants à haute fréquence est donc bien d'ordre physiologique, conformément à ce que j'ai dit dès le début.

Séance du 13 *juillet* 1896.

Sur un galvanomètre absolument astatique et à grande sensibilité. — Note de M. A. Broca, présentée par M. A. Cornu. — Il y a un an, M. Pierre Weiss ([1]) a montré tout l'avantage qu'on pouvait retirer de l'emploi des équipages à aiguilles verticales pour le galvanomètre Thomson. Depuis cette époque, j'ai employé cet équipage d'une manière constante, et je l'ai trouvé d'un emploi très commode, mais d'une construction délicate. Il faut, en effet, pour se mettre tout à fait à l'abri des perturbations du champ terrestre, amener les aiguilles à un parallélisme absolu. Cela est difficile à réaliser géométriquement, et aucune méthode expérimentale de retouche ne permet d'y arriver.

J'ai alors songé à remplacer les aiguilles ordinaires par

([1]) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 728, 1895.

des aiguilles ayant en leur milieu un point conséquent. Le point conséquent de l'une des aiguilles étant austral et celui de l'autre étant boréal, si l'on place les aiguilles rigoureusement verticales et les pôles de noms contraires en regard, on aura un système qui sera astatique pour la même raison que l'équipage de M. Pierre Weiss. Mais, en outre, il est aisé de voir que, si le point conséquent de chacune des aiguilles est rigoureusement en son milieu, et si l'aiguille est rigoureusement droite chacune d'elles, prise isolément, sera toujours en équilibre indifférent dans un champ uniforme, quelle que soit la position dans laquelle elle est suspendue.

Supposons, maintenant, un couple de ces aiguilles formant un équipage : il est aisé de voir que la verticalité des aiguilles réduira au second ordre l'erreur résiduelle relative à chaque aiguille, au point de vue de l'astaticité, et que l'ensemble des deux sera insensible, non seulement à un champ uniforme, mais même à un champ uniformément varié. En effet, le moment relatif au couple de points conséquents est juste double du moment μ relatif à chacun des couples de pôles ordinaires. Si donc nous appelons f_1, f_2, f_3 les forces magnétiques horizontales aux trois pôles du système, le couple agissant sera $\mu f_1 - 2\mu f_2 + \mu f_3$ ou $\mu(f_1 - 2f_2 + f_3)$. Pour que ce couple ne soit pas nul, il faut que f_2 ne soit pas la moyenne de f_1 et de f_3, ou que la courbe qui représente la variation du champ le long de la direction de l'équipage ne puisse pas être confondue avec sa tangente, pour une variation de la variable égale à la longueur des aiguilles.

Un système ainsi constitué est pratiquement indépendant des perturbations magnétiques dues même à des aimants puissants, tant que leur distance à l'équipage n'est pas du même ordre de grandeur que les dimensions de celui-ci. Au contraire, un aimant, même très faible, à une distance de cet ordre de grandeur, permet d'en être absolument maître. Pour diriger convenablement les équipages et leur donner le temps d'oscillation voulu, l'aimant directeur ordinaire est donc tout à fait incommode. Je l'ai remplacé par deux petites aiguilles aimantées très fines et placées l'une normalement aux bobines du galvanomètre, l'autre parallèlement et à la hauteur de l'un des pôles de l'équipage. Ces aiguilles ne peuvent prendre que des mouvements de translation dans de petits tubes à frottement doux. L'aiguille normale sert à annuler, une fois pour toutes, les forces qui dévient l'équipage de sa position d'observation. On peut ensuite faire varier la grandeur de la force directrice, au moyen des aimants parallèles aux bobines. L'emploi de l'aimant normal est d'ailleurs d'un grand secours dans beaucoup de cas. Je me réserve de revenir ultérieurement sur ce sujet.

Pour réaliser pratiquement le système, il faut faire les aiguilles droites et les amener à avoir un moment magnétique nul. La première condition est aisée à réaliser par un procédé que m'a indiqué M. Gaiffe : il suffit de chauffer et tremper le fil tendu par un poids; si la chauffe est régulière, on a ainsi des fils rigoureusement droits.

L'aimantation se fait en frottant le milieu de l'aiguille sur un angle d'un fort aimant. Le point conséquent ainsi formé peut se déplacer sous l'action de l'aimant qui l'a donné. On peut donc ainsi retoucher chaque aiguille séparément, jusqu'à ce qu'elle soit en équilibre à peu près indifférent dans le champ terrestre, même quand elle est suspendue horizontalement.

La sensibilité d'un galvanomètre dépendant essentiellement de l'aimantation des aiguilles, j'ai cherché si l'aimantation ainsi obtenue était comparable à celle que prennent les aiguilles à deux pôles ordinaires. En mesurant balistiquement le flux émis par les surfaces polaires extrêmes de deux aiguilles de même longueur, prises dans le même échantillon, j'ai vérifié que l'aimantation de l'aiguille à point conséquent était 0,9 de celle de l'aiguille ordinaire. Le résultat est donc satisfaisant.

La permanence de l'aimantation est bonne aussi. Un équipage, assez astatique pour qu'une torsion de 360° du fil de cocon simple de 12 cm de long qui le suspendait lui donnât une déviation de 90°, avait gardé, au bout de six semaines, son plan d'équilibre et sa période d'oscillation.

Ces équipages peuvent être utilisés, soit avec une seule paire de bobines agissant sur le pôle double, soit avec deux paires dans le même sens agissant sur les pôles extrêmes, soit avec trois paires agissant sur chacun des points aimantés.

Dans le premier et le second cas, on gagne, en outre, l'action des bobines sur les pôles situés en dehors.

J'ai fait construire un galvanomètre à une seule paire de bobines, qui m'a permis, avec les dimensions pour lesquelles M. Pierre Weiss a réalisé la constante de 110 (bobine de 27 mm), de réaliser la constante de 250, et l'équipage que j'ai construit est loin des meilleures conditions possibles.

Le galvanomètre à trois bobines donne lieu à un problème de maximum, pour savoir quel doit être le rapport des dimensions des bobines extrêmes à celles de la bobine centrale, et le rapport des diamètres des fils à enrouler sur ces bobines. On trouve facilement que le diamètre doit être le même pour les deux fils, et que les dimensions des bobines doivent être dans le rapport $\frac{1}{\sqrt{2}}$. En poussant le calcul plus loin, on voit que le galvanomètre à une seule paire de bobines est plus sensible que celui à deux paires et perd très peu de chose sur celui à trois paires. Il est donc préférable, à cause de sa simplicité, et c'est pour cela que je m'y suis tenu.

On conçoit la possibilité de construire des galvanomètres avec des aiguilles présentant un nombre impair quelconque de points conséquents, et avec autant de paires de bobines que de points conséquents. La sensibilité augmente théoriquement au delà de toute limite, mais au prix d'une extrême complication. De plus, ces équipages, encore insensibles à un champ uniforme, deviendront sensibles à un champ uniformément varié. Ce mode de construction pourra cependant être envisagé pour la réalisation de galvanomètres très résistants et

très sensibles. De plus, les poids morts, miroir et mastic, pouvant rester à peu près les mêmes, la qualité de l'équipage peut être sensiblement augmentée par ce procédé, dont la difficulté réside uniquement dans la construction d'aiguilles longues et droites, et aimantées convenablement avec plusieurs points conséquents.

Procédé pour photographier en creux les objets en relief et vice versa. — Note de M. Ernest Moussard, présentée par M. Lippmann. — Les difficultés que les archéologues rencontrent lorsqu'il s'agit de dérober à l'action du temps quelque précieux document, ont suggéré à M. Ernest Moussard l'idée de chercher la solution du problème suivant : Prendre, au moyen d'un moulage, l'empreinte d'une inscription ou d'un dessin gravé en creux ou en relief; photographier cette empreinte qui représente l'opposé de l'objet, et obtenir, *avec un seul cliché*, l'image réelle de l'inscription ou du dessin. Voici la solution imaginée par l'auteur et présentée récemment par M. Lippmann à l'Académie des sciences :

On prend, au moyen d'un moulage au papier ou au plâtre, l'empreinte de l'objet; on photographie cette empreinte qui est l'inverse de l'original, après avoir eu soin : 1° de placer en bas le haut du moulage à photographier; 2° de mettre dans le châssis la plaque de gélatino-bromure, le verre en dessus et la couche sensible en dessous, de manière à obtenir un cliché négatif du moulage, qui lui-même est le négatif de l'objet, puis opérer comme à l'ordinaire.

On obtient alors le cliché d'un objet éclairé de bas en haut, avec lequel on reproduit, sur le papier sensibilisé, l'image exacte de l'original et non celle de l'empreinte. C'est cette manière d'éclairer l'objet qui produit l'illusion du creux ou du relief, phénomène d'optique causé par l'habitude que nous avons contractée de voir les objets éclairés par en haut.

Sur la manière dont les rayons X provoquent la décharge des corps électrisés. — Note de M. Émile Villari, présentée par M. Mascart. — Dans une de mes Notes précédentes, présentée le 14 mars 1895 à l'Académie de Naples, j'avais déjà indiqué la manière dont la décharge électrique est provoquée par les rayons X. Depuis lors, j'ai fait de nouvelles recherches dont j'exposerai le résumé.

1° La décharge d'un conducteur faite dans l'air, lorsqu'elle est provoquée par les rayons X, semble avoir lieu par *convection* ou par transport, et, pour ainsi dire, par une danse électrique des particules d'air, activée par la radiation.

2° La décharge du conducteur se ralentit lorsqu'on diminue la surface du conducteur électrisé exposée à l'air, en en couvrant une partie avec de la paraffine.

3° Lorsque le conducteur chargé est tout couvert de paraffine en contact, la décharge, à peine commencée par les rayons X, s'arrête. Le peu d'électricité transportée peut-être par les traces d'air environnant charge la paraffine, et la décharge ultérieure est empêchée.

4° Si le conducteur est entouré par l'air et par un tube de paraffine, il se décharge d'abord assez rapidement sous l'influence des rayons X; mais, aussitôt après, la décharge procède avec une très grande lenteur. L'électricité transportée, comme d'habitude, par l'air charge aussitôt les parois du tube et se disperse ensuite avec difficulté.

5° L'électricité, qui s'est dispersée du corps sous l'action des rayons X, peut se réunir sur un tube de paraffine ou de métal isolé, lorsqu'ils entourent le gaz qui se décharge. L'électricité réunie sur le tube de paraffine ou de métal peut être directement observée au moyen d'un électroscope à pile sèche, et se trouve être, comme il est naturel, de la même nature que celle du corps.

6° Les tubes métalliques, isolés ou non, qui entourent l'électroscope, servent à y condenser les charges. Ils en ralentissent la décharge produite par les rayons X, soit par la plus grande électricité accumulée, soit aussi par leur transparence incomplète aux rayons mêmes.

De l'action des tubes et des disques métalliques sur les rayons X. — Note de M. Émile Villari, présentée par M. Mascart. (*Extrait.*) — Dans diverses Notes, déjà présentées à l'Académie de Naples, j'ai démontré que les rayons X, lorsqu'ils passent par des tubes opaques, à demi transparents ou transparents, perdent beaucoup, peu ou très peu de leur efficacité à décharger un électroscope électrisé. Il semblerait, par là, que les rayons agissent, non seulement du côté de leur direction, mais aussi latéralement, et les tubes opaques, en supprimant les rayons latéraux divergents, et en ne laissant passer que ceux qui vont en ligne droite entre l'ampoule de Crookes et l'électroscope, diminuent l'efficacité de la radiation totale. (Suit le détail des expériences.)

Action des rayons de Röntgen sur le bacille diphtérique. — Note de M. F. Berton, présentée par M. Bouchard. — J'ai exposé des cultures du bacille de la diphtérie, en bouillon, aux rayons de Röntgen, pendant seize heures, trente-deux heures, soixante-quatre heures. Après chaque durée d'exposition les cultures étaient ensemencées dans du bouillon et injectées à des cobayes (deux cobayes pour chaque culture). Une culture témoin a été également réensemencée et injectée à deux cobayes. Je n'ai obtenu aucun résultat. Les cultures exposées et réensemencées ont poussé aussi rapidement et aussi abondamment que la culture témoin. Les animaux sont morts aussi rapidement que les témoins.

Ce résultat est conforme à celui qui a été obtenu par MM. Wade (*British med.*, février 1896) et Minck (*Munch. med. Wochenschr.*, 1er mai 1896).

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 juillet 1896.

M. Gariel présente, au nom de M. G. Weiss, des **Expériences sur deux phénomènes produits par le passage du courant continu à travers les tissus organisés.** — Le courant continu traversant les muscles de grenouille ou de cobaye pendant un temps suffisant, et avec une intensité convenable, produit dans ces muscles des lésions très graves, visibles au microscope, et peut donner lieu à une atrophie progressive. Ce passage du courant continu est accompagné de phénomènes de polarisation. De nouvelles expériences ont fait voir que la polarisation, augmentant avec l'intensité du courant, s'arrêtait chez la grenouille à un maximum de 0,2 de volt environ. A intensité égale, la polarisation est plus faible chez l'homme que chez la grenouille, mais elle peut dépasser de beaucoup 0,2 de volt. La limite vers laquelle elle tend est inconnue, car les phénomènes douloureux empêchent de faire croître assez l'intensité du courant. Cette différence s'explique par ce fait que la polarisation croît avec la longueur des tissus traversés et diminue avec la section, un muscle se comportant comme s'il était composé d'un grand nombre de particules polarisables.

Si l'on fait passer un courant continu à travers un tube contenant de la gélatine dont certaines parties sont salées, les autres non salées, on constate qu'à la surface de séparation de ces deux espèces de gélatine il se produit une liquéfaction de ce corps. Cette liquéfaction est due à la mise en liberté d'acides et de bases, car, si l'on colore la gélatine au tournesol, à la surface de séparation la couleur vire au rouge ou au bleu.

Enfin, si, dans un tube contenant de la gélatine, on colore une partie de cette gélatine avec du bleu de méthylène, et que l'on fasse passer un courant à travers cette gélatine, le bleu de méthylène est entraîné par le courant du pôle positif vers le pôle négatif. Un grand nombre de couleurs d'aniline se comportent de cette façon; les autres sont, au contraire, entraînées du pôle négatif vers le pôle positif. Les premières sont les couleurs dites basiques; les secondes les couleurs dites acides. Ce phénomène se produit sous l'influence de courants extrêmement faibles; ainsi il suffit d'un courant de 40 micro-ampères dans un tube de 1 cm² de section pour produire en vingt-quatre heures un entraînement de 7 à 8 cm. Si l'on ajoute du sel marin à la gélatine, le phénomène diminue la grandeur, d'autant plus que l'on a ajouté plus de sel.

M. Abraham communique le résultat des expériences entreprises par M. L.-A. Marmier, attaché au laboratoire de M. Roux, à l'Institut Pasteur, sur l'**Action des courants de haute fréquence sur les toxines microbiennes.** — MM. d'Arsonval et Charrin avaient annoncé que les courants de haute fréquence modifiaient profondément ces toxines. M. Marmier a recherché si l'altération des toxines était un phénomène électrique nouveau, ou si, au contraire, il n'y avait là qu'un résultat secondaire d'effets ordinaires et bien connus du courant.

En précisant avec soin les conditions du phénomène, M. Marmier a reconnu que l'altération des toxines ne se produit pas lorsqu'on laisse chauffer les liquides en expérience à une température qui, seule, suffirait à les modifier. Quand on évite l'échauffement par des précautions convenables, aucune modification ne se produit.

La conclusion de ces expériences est donc que les courants de haute fréquence n'ont, par eux-mêmes, aucune action sur les toxines microbiennes.

Les expériences ont porté sur la toxine diphtérique, la toxine tétanique et le venin du serpent cobra.

REVUE DE LA PRESSE

Sur le rendement maximum des transformateurs, par M. Bernard P. Scattergood. (*The Electrician*, 29 mai 1896.) — Un transformateur étudié pour fonctionner sur un réseau de distribution dont la courbe est donnée doit être dans des conditions telles que son rendement journalier soit maximum. Pour une station de transformateurs, le rendement maximum doit être voisin de la pleine charge; pour un transformateur individuel, où la charge pendant le jour est faible, il y a intérêt à ce que le rendement maximum corresponde à la demi-charge du transformateur, quelquefois moins. Dans tous les cas, le transformateur doit avoir son rendement maximum en un point déterminé par la courbe de charge de la station et l'application en vue, l'auteur s'est préoccupé de déterminer facilement le point qui correspond au rendement maximum d'un transformateur, afin de prévenir la possibilité d'anomalies telles, par exemple, que celle qui consiste à construire un transformateur dont le maximum de rendement correspond à un débit beaucoup plus intense que celui que peut supporter son enroulement.

En pratique, un bon transformateur à circuit magnétique fermé bien calculé, dont les dérivations magnétiques sont négligeables et dont le facteur de puissance est grand, comporte une perte constante dans le fer (hystérésis et courants de Foucault) et une seconde perte proportionnelle au carré de l'intensité du courant. Soient :

U la différence de potentiel utile aux bornes du circuit secondaire, en volts;

I l'intensité du courant dans le circuit secondaire, en ampères;

p la dépense constante, en watts;

r la résistance effective du transformateur;

k le coefficient de transformation;
η le rendement du transformateur.

On a évidemment :

$$\eta = \frac{UI}{UI + p + rI^2}. \qquad (1)$$

La résistance effective r a pour valeur $kr_1 + r_2$, en appelant r_1 et r_2 les résistances des enroulements primaires et secondaires et k le coefficient de transformation. r_1 et r_2 dépendent de la température, mais peuvent être considérés comme constants :

En prenant la dérivée de l'expression ci-dessus dans laquelle la seule variable est I, et en l'égalant à zéro, on a comme condition du maximum :

$$\frac{1}{U}\frac{d\eta}{dI} = \frac{1}{UI + p + rI^2} - \frac{2pI^2 + UI}{(UI + p + rI^2)^2}$$
$$\frac{p - rI^2}{(p + rI^2 + UI)^2} = 0. \qquad (2)$$

Pour que le rendement soit maximum il faut que

$$p - rI^2 = 0 \quad \text{ou} \quad p = rI^2.$$

Le rendement est maximum lorsque les pertes dans le fer sont égales aux pertes dans les enroulements. Ce rendement maximum a pour expression

$$\eta_{max} = \frac{UI}{UI + 2rI^2} = \frac{U}{U + 2rI}.$$

Mais

$$p = rI^2; \qquad I = \sqrt{\frac{p}{r}}. \qquad (3)$$

D'où

$$\eta_{max} = \frac{U}{U + 2\sqrt{rp}}. \qquad (4)$$

Exemple numérique : $p = 140$ watts; $r_1 = 1{,}75$ ohm; $r_2 = 0{,}006$ ohm; $k = 19{,}6$. On en tire :

$$r = 0{,}01055 \text{ ohm}; \qquad I = \sqrt{\frac{140}{0{,}01055}} = 115 \text{ ampères}.$$

$$\eta_{max} = \frac{102}{104{,}45} = 0{,}9767.$$

Les constructeurs de transformateurs et ceux qui en font usage devront se rappeler les deux formules (3) et (4) pour les appliquer soit à la construction soit à la mise en service des transformateurs.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Emile Barrault, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

252 283. — **Kellner.** — *Procédé de fabrication des chlorates alcalins par voie d'électrolyse* (9 décembre 1895).

252 436. — **Laumonier** et **Normandin.** — *Nouveau système de conducteurs souterrains pour tramways électriques* (13 décembre 1895).

252 511, 252 512, 252 513, 252 514, 252 515, 252 516. — **Esmond.** — *Perfectionnement aux railways électriques ou aux moyens de transport par l'électricité* (17 décembre 1895).

252 520. — **Pritzius** et **Straube.** — *Changement de voie pour tramways électriques et autres* (17 décembre 1895).

252 575. — **Bonnet.** — *Avertisseur électrique appliqué aux voitures de tramways* (18 décembre 1895).

252 745. — **Société Berliner Kundstdruck und Verlags-Anstalt Vormals A.** et **C. Kaufmann.** — *Sonde pour mesurer électriquement la profondeur de la mer* (17 décembre 1895).

252 390. — **Société Farcot** et **Wandenberg.** — *Application du phonographe aux pièces d'horlogerie* (12 décembre 1895).

252 432. — **Zigang.** — *Appel magnétique* (13 décembre 1895).

252 469. — **Mourlon.** — *Perfectionnement apporté au système Van Rysselberghe de téléphonie et de télégraphie simultanées par les mêmes fils* (14 décembre 1895).

252 552 — **Lounsburg.** — *Système d'échange automatique téléphonique* (17 décembre 1895).

252 442. — **De Graaf.** — *Machine dynamo pour lampes à arc ne produisant pas d'étincelles* (13 décembre 1895).

252 491. — **Jungner.** — *Accumulateur électrique transportable disposé en élément sec* (16 décembre 1895).

252 493. — **Grothuss.** — *Système de pinces pour jonction de câbles électriques ou prises de courant* (16 décembre 1895).

252 577. — **Schneider.** — *Moule pour le coulage des supports pour la masse active d'accumulateurs électriques* (18 décembre 1895).

252 556. — **Gaillard.** — *Construction des électro-aimants impolaires* (19 décembre 1895).

252 462. — **Braun fils.** — *Suspension électrique pour monter et descendre des lampes ou autres objets semblables sans chaînes ni fils métalliques* (14 décembre 1895).

252 549 — **Société pour l'industrie chimique à Bâle.** — *Procédé électrochimique pour la préparation de colorants orange* (17 décembre 1895).

252 640. — **Vreede.** — *Appareil de contact pour la transmission de signaux de nuit et de télégrammes* (21 décembre 1895).

252 695. — **Krizik.** — *Perfectionnements apportés aux voies et à la traction des tramways électriques* (23 décembre 1895).

252 724. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux freins électriques* (24 décembre 2895).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société continentale pour entreprises d'électricité à Nuremberg. — La *Société anonyme d'électricité à Nuremberg* (Schuckert) a de gros intérêts dans celle-ci, et les deux entreprises ont le même patronage.

La *Société continentale*, qui a bien voulu nous adresser un rapport annuel, a été constituée au capital de 20 000 000 dont 4 500 000 fr n'ont pas encore été appelés.

L'exercice clos au 31 mars dernier a donné un total de recettes brutes de 581340 francs, desquels il faut déduire 125000 fr pour frais d'administration et 6563 fr pour amortissement du compte mobilier, de telle sorte qu'il est resté un solde disponible de 449777 fr permettant de distribuer un dividende de 4 pour 100 sur le capital versé, soit :

Pour les actions série	A.	50 fr.
—	B.	25
—	C.	17

22500 fr ont été mis à la réserve et 6554 fr ont été reportés à nouveau.

La *Société continentale* a pris une participation importante dans l'affaire des usines électriques de Hambourg constituée récemment au capital de 7500000 fr; cette dernière entreprise a déjà produit un dividende de 2 pour 100 de son capital. Elle est aussi intéressée dans les usines de Zwickau.

La Société continentale a confié à la Société Schuckert l'établissement des usines centrales de Poststrasse (3600 chevaux) et de Zollvereinstrasse (5400 chevaux) à Hambourg.

Elle a acheté les usines d'Altona (1500 chevaux).

Au 31 mars 1896, les usines de Hambourg et d'Altona alimentaient 54044 lampes à incandescence, 1880 lampes à arc et 189 moteurs.

Elle possède également les usines de Stuttgart évaluées 3200000 fr, utilisant 2300 chevaux et desservant 17240 lampes à incandescence, 496 lampes à arc et 52 moteurs.

La *Société continentale* est également intéressée dans différentes entreprises de peu d'importance, à Berchtesgarden, Bergzaben, Wachenheim, Sigmaringen, Haardt-Neustadt, pour une somme d'environ 1500000 fr.

Elle a pris également un intérêt assez élevé dans différentes entreprises de tramways à Czernowicz, Reichenberg, Cracovie, Turin, Palerme, Elberfeld, Barmen.

Le portefeuille de la Société renferme des actions de ces différentes entreprises, et pour 62000 fr de fonds d'États.

Voici le bilan arrêté au 31 décembre 1895 :

ACTIF

Comptes de brevets, essais, etc.	217 000 fr.
Portefeuille	4 280 310
Participations	6 500 000
Immeubles	68 000
Installations en régie	4 300 000
Mobilier après amortissements	1
Caisse et banques	1 200
Débiteurs	1 684 000
Total	17 050 511 fr.

PASSIF

Capital versé	16 250 000 fr.
Créditeurs	350 511
Solde de profits et pertes	450 000
Total	17 050 511 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Dépenses.

Frais d'administration	125 000 fr.
Amortissement du mobilier	6 500
Bénéfices nets	450 000
Total	581 500 fr.

Recettes.

Recettes et bénéfices divers	581 500 fr.
Total	581 500 fr.

La Traction électrique (*procédés Heilmann*). — Cette Société, créée en vue de l'exploitation des brevets Heilmann, n'est plus aujourd'hui une entreprise industrielle, mais un trust, qui trouvera ses bénéfices dans les redevances que lui paieront des Sociétés filiales; elle sera vis-à-vis de ces dernières ce qu'est la *dynamite centrale* vis-à-vis des autres Sociétés de dynamite.

En France, la *Traction électrique* a créé, le 22 juin 1895, la *Société industrielle des moteurs électriques et à vapeur* au capital de 4 millions, dont 3 ont été souscrits en numéraire et 1 million a été remis à la Traction Électrique en représentation de ses apports.

La Société industrielle a pris la suite des contrats avec la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest pour la construction et l'exploitation des deux nouvelles locomotives et pour l'installation de la traction électrique par conducteurs entre Saint-Germain Ouest et Saint-Germain Grande Ceinture.

La livraison des deux locomotives a subi des retards dus au refus par le service du contrôle de la Compagnie de l'Ouest d'un certain nombre de pièces reconnues défectueuses.

Les travaux de Saint-Germain ont été commencés dernièrement, l'autorisation spéciale n'ayant été donnée qu'en février.

La Société industrielle a monté au Havre une usine spéciale pour la construction des machines à vapeur Willans et du matériel électrique Brown Boveri dont elle a la concession pour la France; les ateliers sont presque complètement aménagés et vont entrer dans la période d'exploitation.

Actuellement, un important matériel électrique est en construction pour cinq lignes de tramways à Paris.

Les pourparlers engagés en Russie, avec M. de Kowanko conseiller d'État, ayant échoué, la *Traction électrique* a dirigé ses démarches dans une autre direction, et grâce au concours d'un groupe de capitalistes russes, a fondé au capital de 3 millions de roubles or — 12 millions de francs, une Société russe pour l'exploitation des brevets Willans et Heilmann. Le 18 mai, l'autorité supérieure a autorisé l'existence de la Société russe.

En représentation de ses apports, la *Traction électrique* a reçu :

276000 fr en or et 544000 fr en actions libérées soit un total de 820000 fr.

En outre, elle aura droit à une remise de 5,25 pour 100 sur le prix de vente du matériel système Heilmann.

Pendant la période d'installation, la Société *industrielle* fabriquera le matériel de la Société russe.

La *Traction électrique* poursuit des négociations relatives à la fourniture de 2 voitures automobiles et de 4 locomotives pour la ligne de Tsarkoï-Selo.

Des pourparlers sont engagés en Autriche-Hongrie et en Amérique pour la constitution de Sociétés filiales.

En vue de réduire ses frais généraux, la *Traction électrique* a donné à la *Société industrielle* la jouissance commune de son mobilier et de l'agencement de ses bureaux moyennant paiement par la *Société industrielle* de :

1° La moitié des dépenses de loyers, impôts, chauffage, éclairage, fournitures de bureau, téléphone;

2° La moitié des appointements du personnel du secrétariat général, des archives, du service technique, du service des études, de la comptabilité, de la caisse, du service des bureaux.

La situation de la Traction Électrique au 31 décembre, a été établie en vue de l'assemblée du 20 juin, comme le montre le bilan ci-dessous :

ACTIF

Espèces en caisse et en banque	183 240,31 fr.
Versements à effectuer sur les actions	11 500,00
Loyer d'avance et dépôts en garantie	5 535,00
2000 actions libérées de la Société industrielle des moteurs électriques et à vapeur	529 574,29
Mobilier, modèles	37 459,40
Brevets étrangers	61 084,55
Frais d'études	49 588,15
Frais généraux, déduction faite de 6671,75 fr pour escomptes	128 594,65
Total	1 006 576,35 fr.

PASSIF

Capital	1 000 000,00 fr.
Factures à payer	6 576,35
Total	1 006 576,35 fr.

Les versements en retard sur les actions de 11 500 fr sont rentrés aujourd'hui.

Les *Brevets étrangers* représentent les dépenses faites pour l'obtention et la conservation des brevets étrangers.

Les *Frais d'études* sont ceux qui ont été faits au cours de l'exercice 1895.

Les *Frais généraux* sont ceux faits depuis l'origine de la Société et que l'on a considérés comme afférents aux affaires à l'étranger.

On constatera que ce bilan ne présente aucun solde débiteur ou créditeur, du fait de l'absence d'établissement d'un compte de profits et pertes, l'absence de ce dernier étant motivée par ce fait que la Société n'est pas encore entrée dans la période d'exploitation :

Le mode d'établissement du bilan nous semble défectueux, car, à notre avis, le compte de profits et pertes devrait exister.

En résumé, la Société de Traction électrique a un capital de 1 million; elle a dépensé 483578,41, et la situation se présente comme suit :

ACTIF

Disponibilités	194 740,31 fr.
Immobilisations	282 261,75
Total	477 002,06 fr.

Portefeuille, sa valeur estimative au 31 décembre 1895.

PASSIF

Exigibilités	6 576,35 fr.
Total	6 576,35 fr.

L'assemblée a nommé administrateurs pour trois ans, MM. Maurice Kœchlin, Gabriel Jossier, le vicomte Decazes dont le mandat expirait, et réélu M. G. Pinta, commissaire des comptes.

— Une assemblée extraordinaire a modifié comme suit l'article 15 des statuts :

« Le capital social sera employé aux dépenses dont il s'agit et sera ensuite remboursé et amorti, en une ou plusieurs fois, sur les premières recettes nettes ou les fonds laissés disponibles par l'exploitation ou la réalisation sous toutes les formes, de l'actif social, et plus particulièrement des brevets pris ou à prendre. »

INFORMATIONS

Allgemeine Lokal- und Strassenbahn-Gesellschaft. — Cette Société fait une émission d'obligations 4 pour 100 pour 6 250 000 fr pour rembourser les obligations 4 1/2 pour 100 en circulation.

La Société va, en outre, émettre pour 19 millions d'obligations pour l'achat de lignes de tramways et leur transformation en réseau à traction électrique.

Deutsche Gasglühlicht Aktien-Gesellschaft. — Le tribunal vient de rendre son jugement dans les procès intentés par cette Société contre les maisons concurrentes fabriquant et vendant des machines incandescentes.

Les contrefacteurs ont été condamnés à une amende de 6250 fr, et ils ont vus les recours en appel rejetés.

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft. — La Société établit à Séville une distribution d'énergie électrique par courants triphasés, d'une puissance nominale de 1400 chevaux; elle va, sous peu, entreprendre la construction du réseau de tramways.

Compagnie nationale d'électricité Ferranti. — Les recettes brutes de 1895 se sont élevées à 282955 fr; elles ont laissé un solde de 39085 fr après défalcation des charges sociales.

Les amortissements et réserves ont absorbé 34898 fr et le solde, 4187 fr a été reporté à nouveau.

Tramways de Saint-Quentin. — L'assemblée générale extraordinaire a décidé à l'unanimité, dans sa réunion du 6 juillet, la dissolution de la Société. Elle a nommé liquidateurs M. Tronson du Coudray, vice-président du Conseil, et M. Dupret, administrateur. Les liquidateurs sont autorisés à céder tout l'actif social à une Société française, moyennant apurement du passif par cette dernière et remboursement par elle des actions de capital de la Société belge à raison de 100 fr par titre. Les actionnaires auront droit, s'ils le préfèrent, de recevoir, titre contre titre, des actions de la nouvelle Société française, à constituer dans un délai de trois mois, pour l'exploitation du tramway. La nouvelle Société sera formée au capital de 1 200 000 fr en actions d'une seule catégorie. La participation des actions dans les bénéfices sera notablement supérieure à celle qui était attribuée aux actions de capital dans la Société belge. En ce qui concerne les actions de dividende de cette dernière, elles receveront, à raison de 50 fr par titre, des obligations de la Société générale d'Éclairage et de Force Motrice, Société anonyme constituée à Paris. En résumé donc, il y a conversion de la Société belge en Société française avec remboursement des actions de capital belges au pair, ou leur échange contre des actions françaises.

La combinaison doit son origine aux difficultés infranchissables qui se sont opposées à la reconnaissance de la Société belge comme concessionnaire.

ERRATUM

La publication du tableau résumant la situation au 30 juin 1896 des principales valeurs d'électricité, nous a attiré quelques demandes de rectification que nous reproduisons ci-dessous pour être agréables aux intéressés.

Nous ferons néanmoins observer à nos correspondants que les chiffres publiés par nous sont la reproduction de ceux portés par la *Cote officielle* et les publications similaires d'un usage courant dans les maisons de banque, et qu'en particulier, il nous est difficile de deviner qu'une vente de titres a été faite à un cours de — quand la *Cote officielle* par exemple, ne mentionne aucun cours fait ou en mentionne un autre. Pour éviter, à l'avenir, des réclamations qui, pour être peu fondées, n'en sont pas moins désagréables, nous rappellerons, en temps utile, aux intéressés d'avoir à nous communiquer les chiffres qui devront figurer sous leur rubrique.

Société Normande d'Électricité. — 2000 actions de 500 fr, cours 600 — dernier coupon 27,50.
4000 obligations de 250 fr — dernier coupon 11 fr.

Société Électrique des Pyrénées. — 1000 obligations de 200 fr.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

33 645. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

5e Année. — N° 111. 10 Août 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION — É. HOSPITALIER 12, rue de Chantilly — Paris.

ABONNEMENTS — Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.

ADMINISTRATION — 9, rue de Fleurus, 9, Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Concours pour une installation hydro-électrique. — La municipalité de Villefranche-Lauragais (Haute-Garonne) a organisé un concours dont voici le programme :

Article premier. — Un Concours est ouvert en vue d'assurer l'alimentation en eau potable ainsi que l'éclairage public et privé de la ville de Villefranche-Lauragais (Haute-Garonne).

Art. 2. — Les projets complets comprendront l'eau et l'éclairage, il sera cependant produit deux dossiers distincts.

Un pour la partie hydraulique.

Un pour la partie électrique, les moteurs, les pompes et les usines.

Art. 3. — Un mémoire détaillé justifiera des dispositions adoptées, de l'organisation des services et des dépenses annuelles qu'elles occasionneront.

Eau. — *Art.* 4. — L'eau devra être potable.

Art. 5. — La quantité à fournir par habitant et par jour sera au minimum de 150 litres.

Art. 6. — Le service des premiers étages devra être assuré.

Art. 7. — Les réservoirs seront assez importants pour parer à un accident de machine ou autres circonstances qui empêcheraient de faire arriver l'eau dans lesdits réservoirs.

Art. 8. — Dans le cas où l'on emploirait un moteur hydraulique comme force génératrice, une machine de secours devra être prévue afin d'assurer le service en cas de crue ou de sécheresse.

Éclairage électrique. — *Art.* 9. — L'éclairage électrique public sera assuré au moyen de lampes à arc dont le pouvoir éclairant sera au total de 5400 bougies, mais dont le nombre ne pourra être inférieur à 18, et au moyen de 70 lampes à incandescence de 16 bougies au minimum chacune.

Art. 10. — L'installation électrique devra être prévue, afin de pouvoir fournir aux particuliers 300 lampes de 16 bougies.

Art. 11. — L'éclairage municipal durera du coucher du soleil à minuit. De minuit au lever du soleil, il sera assuré par 15 lampes de 16 bougies.

Art. 12. — L'éclairage privé sera également assuré du coucher du soleil jusqu'à son lever.

Art. 13. — La partie comprenant la fourniture, la pose de tous les accessoires nécessaires pour l'éclairage, les moteurs et les pompes, fera l'objet d'une soumission à forfait, détaillée,

qui sera jointe au dossier. Cette soumission indiquera le rendement certain de chaque moteur et la dépense maximum garantie par cheval et par heure.

Art. 14. — Les autres dépenses seront justifiées par un avant-métré et un détail estimatif, qui feront connaître le coût de chaque ouvrage ou bâtiment.

Art. 15. — Les projets comportant une demande de concession, seront produits avec dessins cotés de tous les bâtiments ou dispositions projetées.

Art. 16. — Une Commission spéciale composée d'ingénieurs désignés par le Conseil municipal sera chargée de faire le classement de projets par ordre de mérite.

Art. 17. — Le projet classé n° 1 recevra 1000 fr.
Le projet classé n° 2 recevra 500 fr.
Le projet classé n° 3 recevra 200 fr.

Art. 18. — Le concurrent dont le projet classé sera exécuté n'aura pas droit à toucher la prime qui lui aura été attribuée pour son projet.

Art. 19. — Tous les projets remis deviendront la propriété de la commune.

Art. 20. — Le Conseil municipal ne sera, en aucun cas, lié par le classement de la commission; il sera libre de faire exécuter le projet qui lui paraîtra le plus en rapport avec les intérêts généraux de la commune.

Art. 21. — Les concurrents évincés ne pourront exercer aucun recours contre les décisions de la Commission technique et du Conseil municipal, ni réclamer aucune indemnité.

Art. 22. — Les primes accordées ne seront payables qu'après la réalisation de l'emprunt qui sera fait en vue de l'exécution des travaux, et, au plus tard, dans un délai de deux ans et trois mois à dater de la clôture du concours.

Art. 23. — Les projets seront reçus à la Mairie, sous plis scellés à la cire, du 5 au 10 octobre 1896, tous les matins de 9 heures à 11 heures.

Art. 24. — Tout projet qui sera remis après le 10 octobre 1896, à 5 heures du soir, ne sera pas examiné.

Société d'encouragement pour l'industrie nationale. — Prix des lampes a incandescence (Commission du prix, MM. *Carpentier, Raymond* et *Violle*, rapporteur). — Dans notre numéro du 10 juillet nous avons annoncé qu'un prix avait été accordé à MM. Javaux et Nysten d'une part, et à M. Solignac d'autre part. Voici dans quels termes s'est exprimé M. Violle, rapporteur :

« La Société d'Encouragement a proposé un prix de 2000 fr pour une lampe électrique à incandescence ayant une intensité d'une bougie décimale et fonctionnant avec un vingtième d'ampère sous 100 volts de différence de potentiel.

Le problème est très important au point de vue de la division de la lumière; il est en même temps très difficile par suite de la finesse extrême des filaments à manier : le résoudre constituerait un progrès réel dans l'éclairage par l'électricité.

M. Solignac, d'une part, MM. Javaux et Nysten, d'autre part, ont cherché à satisfaire aux conditions du concours.

M. Solignac a envoyé 7 lampes construites pour marcher : 4 d'entre elles sous 100 volts, 1 sous 95, 1 sous 105, 1 sous 110. Nous avons essayé 5 de ces lampes : celle de 95 volts, 3 de 100 volts et celle de 105. Elles nous ont donné des intensités lumineuses comprises entre 0,617 et 0,955 bougie ([1]), pour des dépenses par bougie variant de 4,28 à 6,47 watts. En moyenne, elles ont donné des intensités lumineuses comprises entre 0,82 bougie, pour une dépense par bougie de 5 watts, correspondant à 0,050 ampères sous 100 volts ([2]).

([1]) Ce maximum et ce minimum se rapportent à deux lampes de 100 volts.

([2]) La résistance moyenne d'une lampe était donc de 2000 ohms.

Cette moyenne est très satisfaisante; mais les différentes lampes sont trop dissemblables. Elles sont toutes un peu faibles, elles manquent d'éclat et l'ampoule est relativement volumineuse.

MM. Javaux et Nysten nous ont fait remettre 15 lampes, de 100, 105 et 110 volts. Nous avons expérimenté sur 14 lampes, qui ont offert des intensités lumineuses variant de 0,787 à 1,516 bougie, pour des dépenses par bougie allant de 3,51 à 9,78 watts ([3]). En moyenne, elles ont donné 1,08 bougie, pour une dépense par bougie de 6,12 watts, correspondant à 0,0598 ampère sous 102,3 ([4]). Ces lampes avaient plus d'éclat et meilleur aspect que celles de M. Solignac; mais elles présentaient entre elles des différences beaucoup plus grandes et un certain nombre n'ont eu qu'une existence éphémère, le vide y étant probablement imparfait.

Ni M. Solignac, ni MM. Javaux et Nysten n'ont donc complètement réussi; mais ils ont obtenu des résultats très intéressants et qui montrent que le problème proposé par la Société est susceptible d'une solution pratique. Comme, d'ailleurs, le programme porte que, si la question n'est pas entièrement résolue, la Société tiendra compte des résultats obtenus, le Comité des Arts économiques vous propose :

1° De proroger le prix jusqu'en 1898 ;

2° D'accorder un encouragement de 1000 fr à chacun des deux concurrents, MM. Javaux et Nysten d'une part, M. Solignac d'autre part, dont les efforts méritent d'être récompensés.

Conseil d'arrondissement de Saint-Denis. — *Séance du 6 juillet* 1896.

Métropolitain.

M. Maillard. — L'enquête au sujet de la construction du Métropolitain vient d'être terminée, et une commission d'enquête siège en ce moment à l'Hôtel de Ville de Paris.

Nos populations, les travailleurs surtout, en si grand nombre dans nos communes, viennent tous les jours à Paris et sont forcés d'utiliser les moyens de transport. Il est très important pour eux que les communications entre leur demeure et les ateliers ou leurs magasins soient faciles, rapides et peu coûteuses. Aussi la question du Métropolitain intéresse nos populations. Elles peuvent faire entendre leurs voix à l'enquête. Les habitants de nos communes sont en réalité aussi Parisiens que les habitants de Paris. Tous ou presque tous travaillent, en effet, dans la capitale. Nous avons donc qualité, nous, mandataires des communes, pour être entendus à l'enquête, et je propose d'adresser à la Commission d'enquête du Métropolitain le vœu suivant :

Vœu relatif au Métropolitain.

« Le Conseil,

« Considérant que la construction du Métropolitain, en dehors de l'intérêt qu'il aura pour les Parisiens, doit avoir une grande importance pour la banlieue;

« Que cette œuvre facilitera les communications entre Paris et une portion très considérable de la banlieue habitée par une nombreuse population ;

« Considérant que l'établissement du Métropolitain aura pour conséquence probable la réduction des prix de transport ;

« Qu'il est à supposer en effet qu'une concurrence, désirable d'ailleurs à tous les points de vue, obligera les compagnies des omnibus et des tramways, jouissant actuellement d'un monopole absolu, à abaisser leurs tarifs;

« Considérant que la réduction des prix de transport profitera surtout à la classe ouvrière.

([3]) Nous laissons de côté une lampe de 105 volts donnant 0,597 bougie à raison de 11,99 watts par bougie.

([4]) Par conséquent la résistance moyenne d'une lampe différait peu de 1700 ohms.

« Émet le vœu :

« Que le Métropolitain projeté soit adopté par le Conseil municipal de Paris;

« Qu'il soit mis en œuvre dans le plus bref délai possible;

« Et qu'il soit relié avec les grandes lignes de chemin de fer de manière que la population suburbaine, dont la majorité vient à Paris tous les jours, puisse l'utiliser. »

Ce vœu est adopté à l'unanimité.

Le Bureau est chargé, en outre, d'en faire parvenir d'urgence et directement le texte à M. le rapporteur de la Commission d'enquête du Métropolitain.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Ardres (Pas-de-Calais). — *Éclairage.* — Un écho du Nord, nous apprend que le Conseil municipal vient d'approuver le projet de traité pour l'éclairage électrique de la ville. Les travaux d'installation vont être entrepris dans quelques jours et tout fait espérer que pour le 15 octobre, l'éclairage sera assuré en ville et chez les abonnés.

Barèges (Hautes-Pyrénées). — *Inauguration de l'éclairage.* — On vient d'inaugurer la lumière électrique dans cette station thermale, l'éclairage est parfait et ne laisse rien à désirer.

Barèges n'a pas voulu rester en arrière après l'exemple donné par Luz l'année précédente.

Fait à relever dans cette récente installation : les fils qui conduisent le courant passent sous le sol à cause du danger de rupture par les avalanches de neige. La puissance motrice est empruntée à une chute d'eau et elle est suffisante pour actionner un tramway électrique de Luz à Barèges. En peu de temps, toute la vallée ne sera plus qu'un vaste champ d'application de l'énergie électrique.

Baume-les-Dames (Doubs). — *Éclairage.* — Le Conseil municipal de Baume, désirant éclairer la ville au moyen de l'électricité, M. Auguste Schwander, industriel à Montbéliard et à Hyèvre-Paroisse, a fait des propositions à ce Conseil en vue de cet éclairage.

Dans son projet, M. Schwander indique en partie les conditions qu'il serait en mesure de faire aux particuliers et demande 5000 fr à la ville pour 80 lampes, à la condition que la commune lui garantisse un minimum de recettes de 20 000 fr.

Ces conditions n'ont pas été acceptées par le Conseil municipal.

Besançon. — *Transport d'énergie électrique.* — MM. Magnin, Ritter et Cie ont formé depuis longtemps le projet d'utiliser les forces motrices de la Haute-Loue au profit de Besançon. Au mois d'octobre dernier, la réalisation d'un capital de 2 500 000 fr leur était assurée, sur présentation aux capitalistes des contrats fermes avec les principaux industriels pour la location assurée de 5000 chevaux-vapeur, vendus à Besançon. Un prix limité leur avait été fixé.

Malheureusement pour le projet, on aurait voulu avoir à 100 fr, rendu à Besançon, le cheval-vapeur de 24 heures utilisé 365 jours par an. En outre, il résultait d'une entente avec des financiers de premier ordre que le projet global d'utilisation des forces motrices de la Loue était divisé en deux périodes

Dans la première, il était émis pour 2 500 000 fr d'actions, représentant l'installation et le transport d'une puissance de 5000 chevaux-vapeur à Besançon.

Dans la seconde, qui devait suivre immédiatement la première, 1 500 000 fr d'obligations devaient assurer le service de l'installation et de la distribution de l'énergie électrique.

La situation est encore entière. Mais la Compagnie en voie de formation en France, pour mettre en valeur les découvertes de M. Moissan avec le four électrique, se préoccupe d'accaparer dans ce but toutes les grandes forces motrices de l'Est; elle a jeté les yeux sur les deux principaux cours d'eau de la région, la Loue et le Doubs.

Si elle devient maîtresse de ces forces motrices naturelles, l'installation de l'électricité dans cette région sera retardée.

Bordeaux. — *Éclairage.* — On discute actuellement, à Bordeaux, la question de l'éclairage électrique des quais. De nombreux projets ont été remis à la commission déléguée, qui les étudie actuellement pour fixer son choix sur celui qui lui paraîtra le plus avantageux.

Parmi les concurrents se trouvent MM. Sautter-Harlé et Cie, Ch. Mildé et Cie, Wehrlin, Tricoche, Compagnie électro-mécanique, Société des anciens établissements Cail, Société d'éclairage électrique de Bordeaux et du Midi, etc.

Les études pour l'installation de l'éclairage électrique dans la salle du Conseil municipal de Bordeaux et dans le grand escalier de l'Hôtel de Ville viennent d'être commencées.

Cagnes (Alpes-Maritimes). — *Éclairage.* — Le Conseil municipal a approuvé, à l'unanimité, dans sa dernière séance, le cahier des charges concernant l'éclairage de la ville à l'électricité, présenté par M. Pascal, ingénieur électricien de Grasse, demeurant à Vence.

Cette excellente innovation, que nous approuvons entièrement, nous montre une fois encore la préférence marquée du public pour l'éclairage électrique malgré les efforts de plus en plus désespérés des gaziers.

Chamonix (Haute-Savoie). — *Éclairage.* — Le Conseil municipal de Chamonix vient de prendre une importante décision qui sera accueillie avec une égale faveur par ses habitants et par tous les innombrables amis que Chamonix compte dans les cinq parties du monde.

Sur la proposition de M. Payot, maire, et de M. Couttet, adjoint, le Conseil a voté un emprunt de 100 000 fr destiné à doter cette ville de la lumière électrique.

La municipalité espère que les travaux pourront débuter cet automne, et que le nouvel éclairage resplendira dès l'été 1897.

D'après les calculs du projet, que la municipalité précédente avait déjà mûrement étudié (n° 75, **1895**, p. 5), le coût de l'éclairage pour les particuliers sera d'environ 20 fr par an pour une lampe de 16 bougies, et 16 fr pour une lampe de 10 bougies. Pour la saison seulement, on paiera 12 fr pour une lampe de 16 bougies, et 10 fr pour une lampe de 10 bougies. Tous ces prix s'entendent sans limitation du nombre d'heures d'éclairage.

Quant à l'éclairage public, il sera assuré par un nombre de lampes très supérieur à celui des becs de gaz actuels.

Voici maintenant quelques-uns des détails du projet : l'énergie mécanique nécessaire sera fournie par le ruisseau des Nants; une prise sera établie à une altitude d'environ 200 m au-dessus de la plaine, et, de cette prise, l'eau sera dérivée par des conduites de 50 cm de diamètre jusqu'à l'usine électrique qui sera placée tout près du réservoir actuel des eaux de la ville.

On compte sur une puissance de 200 chevaux, pouvant, par conséquent, entretenir environ 2000 lampes de 16 bougies.

L'usine comprendra une turbine et deux dynamos.

Les travaux de canalisation sont confiés à M. Joya, entrepreneur à Grenoble; les installations électriques, générateurs et conducteurs, seront fournies par la Société Alsacienne de constructions mécaniques, de Belfort.

Les autres travaux seront effectués en régie.

Le Havre. — *Traction.* — Le réseau des tramways électriques de cette ville, dont nous avons suivi pas à pas le développement (nos 25, 35, **1893**, p. 2 et 249; n° 89, **1895**, p. 376, et n° 102, **1896**, p. 115), fait tous les jours de nouveaux progrès; c'est ainsi que dernièrement la Compagnie des tramways du Havre vient de procéder aux essais du nouveau service de la gare aux abattoirs.

Ces nouvelles lignes desservent les rues Charles-Laffite, de Harfleur, Gustave Brindeau et la rue de Châteaudun jusqu'au pont n° 5, point terminus provisoire de la voie qui se prolongera, lorsqu'elle sera complètement achevée, jusqu'à l'entrée des chantiers de la Méditerranée.

Les jours de marché, c'est-à-dire les lundis et vendredis, un embranchement partant du boulevard de Graville desservira les abattoirs.

La nouvelle ligne a été livrée à la circulation jusqu'au pont n° 5, où les travaux sont interrompus par suite de pourparlers relatifs au passage de ce pont, entre la Compagnie des tramways et la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. On s'attend à une solution favorable résultant de l'entente de ces deux compagnies pour terminer complètement la voie.

Montpellier. — *Traction électrique.* — La commission instituée pour donner son avis, après examen des résultats de l'enquête ouverte sur l'avant-projet d'établissement d'un réseau de tramways électriques à Montpellier et Castelnau-le-Lez, s'est réunie à la préfecture et a émis l'avis suivant :

Que la concession du réseau de tramways électriques desservant la ville de Montpellier et le village de Castelnau-le-Lez soit accordée à la ville de Montpellier, avec faculté de rétrocession, en faveur de MM. Cauderay et Valette.

Que l'autorité supérieure veuille bien provoquer, dans le plus bref délai possible l'intervention à l'acte autorisant cette concession et cette rétrocession.

La Commission décide, de plus, que les renseignements fournis tant par M. l'ingénieur en chef du département que par les dires de l'enquête ou par les rétrocessionnaires, lui ont permis de se prononcer en toute connaissance de cause.

ÉTRANGER

Birmingham. — *Traction électrique.* — Nous lisons dans *Engineer* qu'après de longs pourparlers, la municipalité de Birmingham a décidé de confier à MM. Mackenzie et Ross, concessionnaires, des tramways du Canada, la direction du réseau de tramways de Birmingham et a passé avec eux un bail pour l'exploitation pendant vingt et un ans. Les promoteurs de l'entreprise devront supprimer entièrement la traction à vapeur employée jusqu'ici et la remplaceront par la traction électrique, utilisant tantôt une canalisation aérienne et tantôt une canalisation souterraine. La longueur totale des lignes est de 40 km. On emploiera sur 10 km, le système à caniveau souterrain et le reste possédera le système à trolley si répandu aujourd'hui. La Compagnie versera annuellement 3000 fr par km de ligne à simple voie en exploitation, soit environ 120 000 fr pour le réseau entier.

Bucarest (Roumanie). — *Adjudication* — Prochainement, à Bucarest, à la direction des postes et télégraphes, adjudication de l'entreprise de l'éclairage électrique du nouvel hôtel des postes et télégraphes de Bucarest.

Mexico (Mexique). — *Éclairage.* — La question des tramways étant réglée (nos 104, 110, **1896**, p. 164 et 316), la ville de Mexico, désirant aussi s'éclairer à la lumière électrique, fait appel aux propositions des personnes qui pourraient se charger de l'entreprise du nouvel éclairage. La première installation comprendra : 480 lampes à arc d'une intensité lumineuse de 2000 bougies chacune et 120 autres lampes de 1200 bougies, soit 600 lampes à arc, et en plus 150 lampes à incandescence d'une intensité de 50 bougies chacune; cette première installation pourra être suivie d'autres installations successives. Pour les détails des clauses et conditions, s'adresser au consulat du Mexique, de deux à cinq heures de l'après-midi, où des exemplaires sont à la disposition des personnes qui désireraient en prendre connaissance.

Odessa (Russie). — *Adjudication.* — Le conseil municipal d'Odessa a décidé de mettre en adjudication l'éclairage à l'électricité des faubourgs de la ville et de la nouvelle prison.

Les offres doivent être envoyées à la section de construction de la délégation municipale de la ville d'Odessa à laquelle on peut s'adresser aussi pour tous renseignements supplémentaires.

On peut prendre connaissance du cahier des charges relatif à cette adjudication au ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes (direction du commerce, bureau des renseignements commerciaux), 80, rue de Varenne.

Vevey (Suisse). — *Traction électrique.* — Nos lecteurs savent (n° 110, **1896**, p. 316) qu'il est question d'un projet de tramway électrique qui irait de Château-d'Œx à Bulle par Montbovon, de Bulle par Semsales à Châtel-Saint-Denis et de Châtel-Saint-Denis à Palézieux. A ce propos on étudie la possibilité de relier Châtel-Saint-Denis à Vevey, et par Blonay et Chailly à Montreux.

Sur la ligne projetée Château-d'Œx, Bulle, Châtel-Saint-Denis, la force motrice (4000 chevaux) serait empruntée à la Sarine, à Montbovon. A la tête de l'entreprise se trouve M. Louis Genoud, député de Châtel-Saint-Denis, qui a déjà installé la lumière électrique à Châtel, Semsales, Remaufens, Attalens, Jongny et Chardonne.

CORRESPONDANCE

Sur le couplage en parallèle des machines compound.

L'article de MM. Dubsky et Gérault suggère les réflexions suivantes à un amateur !

Lorsque l'on associe des dynamos compound ou hypercompound, ce n'est pas sur le courant passant par l'égaliseur et par l'enroulement en série qu'il faut compter pour assurer l'amorçage rapide, mais bien sur l'enroulement shunt, et la mise en charge doit être la suivante : fermeture du shunt, fermeture de l'égaliseur, mise en circuit de l'induit. Dans tous les cas, un enclanchement ne doit permettre la dernière manœuvre qu'après les autres.

Le procédé qui consiste à laisser l'égaliseur en charge a un autre but, c'est de rendre plus facile l'hypercompoundage en shuntant l'enroulement-série des dynamos qui travaillent.

Je reprends l'exemple de 3 dynamos à 500 volts et 1000 ampères. Il s'agit d'avoir un voltage constant (500 volts) au bout d'une résistance de 0,033 ohm, soit à l'usine 600 volts pour 3000 ampères, 567 pour 2000 ampères, 533 pour 1000. Si une seule machine travaille, son enroulement-série, parcouru par 333 ampères, n'a à produire que 33 volts; si les trois sont en charge, son enroulement-série parcouru par 1000 ampères donnera à peu près les 100 volts. Ce n'est pas rigoureux, mais réduit le rôle du rhéostat d'excitation.

Pourquoi appeler égaliseur ce que Gramme avait appelé fil d'équilibre, avant que l'on s'en servît de l'autre côté de l'eau?

Un amateur de points sur les i.

CONGRÈS INTERNATIONAL DE CHIMIE APPLIQUÉE

SECTION D'ÉLECTROCHIMIE

Le second Congrès de chimie appliquée dont, dans notre numéro 109, page 290, nous annoncions la prochaine réunion, s'est ouvert, conformément au programme, le 27 juillet dernier, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, sous la présidence d'honneur de M. Berthelot.

L'*Électrochimie*, qui nous intéresse plus particulièrement et à laquelle nous limiterons ce compte rendu sommaire des travaux du Congrès, forme la dixième et dernière section du vaste ensemble groupé sous le titre général ci-dessus. Si ce rang était le seul auquel elle pût prétendre comme nouvelle venue, on est en même temps en droit de se demander si elle n'était pas là, comme dans certains cortèges, à la place d'honneur, résumant peut-être en elle l'avenir des industries chimiques. Ne fournit-elle pas, en effet, déjà à l'industrie du *sucre*, à celles de la *fermentation*, aux *analyses*, à la fabrication des *produits chimiques*, tannerie, blanchiment, etc., à la *photographie*, à la *métallurgie*, à la *médecine* et à l'*hygiène*, de précieux éléments d'investigation et de production? Aussi ne devait-on pas s'étonner de voir ses procédés inscrits à l'ordre du jour de la plupart de ces sections, dont les réunions simultanées ne nous ont pas permis d'entendre dans chacune d'elles les communications spéciales au sujet qui nous occupe. Nous aurons l'occasion d'y revenir. Cette foi dans l'électrochimie paraissait être d'ailleurs le sentiment général, à en juger par l'empressement d'un grand nombre de congressistes qui ne s'étaient pas fait inscrire dans cette section, à en suivre les travaux, et par cette impression dominante que telle était la voie nouvelle dans laquelle allait se faire l'évolution des industries chimiques.

Séance d'ouverture.

Après déclaration d'ouverture du Congrès, M. Lindet, président du comité d'organisation, a commencé par rendre un juste hommage au créateur de la thermochimie, à l'illustre savant qui, comme tel et comme ancien ministre des Affaires étrangères..... à sa longue carrière scientifique, était tout particulièrement désigné pour la présidence de ce Congrès international. L'annonce de son élévation, à peine parue au *Journal Officiel*, à la dignité de grand-croix de la Légion d'honneur, a soulevé d'unanimes applaudissements et dignement terminé cet exorde, suivi des remerciements de circonstance aux nombreux membres de l'Académie des sciences, aux représentants de nos différents départements ministériels et aux délégués officiels des gouvernements étrangers et des sociétés savantes ou industrielles, dont la présence aux places d'honneur témoignait de l'intérêt général attaché à la réunion du Congrès. L'orateur a ensuite indiqué sa filiation avec celui de Bruxelles tenu en 1894 et en a défini le programme.

M. Berthelot a pris alors la parole, et, par une figure de rhétorique assez à l'ordre du jour, incarnant en lui les glorieux travaux de tous les grands savants, il a mis en parallèle ses propres travaux théoriques et doctrinaux et les services rendus par la nombreuse pléiade des praticiens composant le Congrès. Il a fait ressortir, dans un langage élevé, la nécessité, en chimie plus que partout ailleurs, de ces deux éléments : la théorie qui crée et la pratique qui sanctionne; et, repoussant toute compromission étrangère, il s'est naturellement placé sur le terrain du rationalisme et du positivisme les plus absolus, nous proclamant les « libres représentants de la science universelle ».

Passant de là à la synthèse créatrice, fondement de la chimie organique et de date relativement récente, il en a montré les féconds résultats dans l'industrie agricole en particulier. Il a chanté les bienfaits et les méfaits de la chimie dans les œuvres de paix et de guerre, rappelé les services éminents qu'est venue lui rendre l'électricité, les liens étroits qui la rattachent à la lumière dans la photographie et, inversement, dans l'acétylène, « ce coryphée de la synthèse chimique », qu'il a, le premier, mis au jour.

En terminant, il a fait ressortir l'action prépondérante qu'exercent sur la constitution morale des États la chimie et les sciences positives, influence dont auront à tenir grand compte les historiens de notre siècle, nouveau facteur économique et politique dans l'évolution sociale d'hier et de demain, et dont le moyen et le but doivent être « l'activité et l'amour des hommes, derniers mots de la vie sociale et privée ».

Après ce discours, très sommairement résumé ici, M. Dupont, secrétaire général du Comité d'organisation, a rendu compte des nombreux dons et adhésions qui ont permis la réunion de ce second Congrès et en font espérer le succès même matériel, sous forme de publication de ses opérations.

Au jour de l'ouverture, le nombre des adhérents était de 1597, dont 995 Français et 602 Étrangers; parmi eux 70 s'étaient fait spécialement inscrire dans la section d'électrochimie.

Il a été ensuite procédé à la constitution du bureau, dont les membres sont nommés par acclamation, savoir : M. Berthelot, en tête, comme président effectif du Congrès, 25 vice-présidents (c'est beaucoup), dont 10 Français et 15 Étrangers, et un secrétaire général dans la personne de M. Dupont.

Les réunions de la section d'électrochimie se sont tenues dans la salle du rez-de-chaussée de l'hôtel de la Société d'encouragement, 44, rue de Rennes. Elles comportaient quatre séances fixées aux 28 et 31 juillet, 3 et 5 août.

Première séance. — Mardi 28 juillet 1896.

M. Moissan, l'un des vice-présidents du Congrès, a, sur sa propre proposition, été nommé *Président* de la Section X et s'est adjoint comme vice-présidents, avec l'approbation des membres présents, MM. d'Arsonval, Charpy, Gall et Monnier. MM. Gosselin et Minet ont été choisis comme *secrétaires*.

Après les remerciements et souhaits de bienvenue d'usage, la parole a été donnée à M. Minet pour ses **Considérations générales sur les dernières applications de l'électrochimie**.

Le petit nombre de séances inscrites au programme pour la section, en opposition avec l'ampleur de son sujet, ne lui a pas permis de la traiter avec tout le développement qu'il comportait. Il a dû, soit par déférence pour d'autres orateurs, soit pour éviter des doubles emplois résultant de chevauchements de communications l'une sur l'autre ou même d'une section à une autre, se limiter à un certain nombre de points qui seront complétés par la publication de sa communication ou d'autres, sur lesquelles nous pourrons revenir ultérieurement.

En ce qui concerne les *revêtements métalliques*, il s'est borné à envisager le *cuivrage de l'aluminium* si intéressant à différents égards et difficile en raison de la présence constante d'une pellicule d'alumine qui fait obstacle à la parfaite adhérence des surfaces métalliques. Débarrasser le métal de cette couche d'oxyde qui lui donne sa patine connue et en prévenir la formation ultérieure dans le bain même de cuivrage, tel est l'objectif. M. Margot l'a atteint par un décapage à l'aide d'un carbonate alcalin rendant striée et poreuse la surface de l'aluminium, un lavage à l'eau courante avant immersion dans une solution chaude d'acide chlorhydrique à 1/20e environ, un nouveau lavage superficiel à l'eau pure, une mise au bain de simple trempe dans une faible solution de sulfate de cuivre, dernier lavage et mise terminale au bain électrolytique. De son côté, M. Weigner a indiqué un autre procédé, surtout applicable à l'argenture.

Le *zingage* électrolytique offre l'avantage de permettre un réglage du revêtement plus exact que les procédés ordinaires. On y procède par l'électrolyse du sulfate de zinc à la densité de 1,2 et sous une densité de courant égale à 0,2 à 0,5 ampère par dm². Dans un autre procédé on emploie le sulfure de zinc qui se transforme en sulfate et donne un dépôt plus compact. Ces procédés n'admettent pas d'anodes impures.

L'*étamage* et surtout le *désétamage* des déchets de fers-blancs, sont encore une des importantes applications de l'électrolyse au point de vue de la régénération de l'étain. Après essais de divers procédés, on y est arrivé, à l'aide d'une liqueur alcaline contenant 12 pour 100 de chlorure de sodium et de la soude caustique.

Quant à l'*affinage des métaux* et au *traitement des minerais et des mattes*, ils ont fait, dans ces dernières années, peu de progrès. On consultera toutefois avec fruit, à cet égard, un très complet et très intéressant mémoire sur l'électrométallurgie du cuivre de M. Le Verrier, publié dans les *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers* et dans lequel il préconise comme bonne densité de courant celle de 300 ampères par m². L'écartement des électrodes, la tension et la puissance employées doivent d'ailleurs varier selon la richesse en cuivre du métal à affiner, ainsi qu'il résulte du tableau ci-dessous :

Richesse en métal pur, en centièmes.	Écartement des anodes, en mm.	Tension, en volts.	Puissance, en chevaux.
98 à 99	3	0,1	15
95 à 97	4 à 5	0,3	20
90 à 94	7 à 8	0,5 à 0,7	60 à 70

Comme avenir, la consommation actuelle de l'Europe étant de 300 tonnes par jour, alors que la production de toutes ses affineries électriques ne dépassent pas 20 tonnes de cuivre électrolytique par vingt-quatre heures, on voit que de vastes horizons sont ouverts à cette application.

L'affinage de l'argent et du cuivre argentifère est basé sur l'électrolyse des chlorures alcalins de ces métaux à l'état de dissolution.

Parmi les *produits chimiques* dont la fabrication électrolytique offre le plus d'intérêt, en raison de sa grande consommation aussi bien que de l'immobilisation considérable de capitaux exigée par le procédé hollandais actuel, il faut citer la *céruse* qui, pour offrir sa qualité essentielle de *couverture*, doit affecter un état moléculaire globulaire particulier que ne lui donne pas la simple réaction du carbonate de soude sur l'acétate de plomb.

Dans un bain de nitrate d'ammoniaque et de soude saturé d'acide carbonique à l'état naissant on plonge deux saumons de plomb du commerce servant d'anode et de cathode et qui, sous l'action d'un courant de 1,5 ampère par dm² de surface du plomb, se transforment complètement en céruse si l'on a soin de maintenir le bain saturé d'acide carbonique.

Dans le procédé Brown, on décompose électrolytiquement le nitrate de soude en acide nitrique et hydroxyde de sodium ; il se forme du nitrate de plomb qui transforme à son tour l'hydroxyde de sodium en hydroxyde de plomb, et la réaction de ce dernier sur du bicarbonate de soude donne le carbonate de plomb. La cathode est ici une feuille de cuivre. Le nitrate et le bicarbonate de soude se reconstituent en ne nécessitant que de faibles additions, ce qui constitue un des côtés économiques du procédé.

Mais, de toutes les industries électrochimiques, une des plus importantes au point de vue de l'étendue de son marché, c'est sans contredit l'*électrolyse du chlorure de sodium* qui, suivant le processus suivi, peut conduire aux quatre grands produits commerciaux suivants : la soude, le chlore, l'hypochlorite de soude et le chlorate de potasse. La fabrication des deux derniers est entrée

actuellement dans le domaine courant de l'industrie; c'est vers les deux premiers et notamment sur la soude caustique que se portent tous les efforts, et leur réalisation électrolytique ne paraît plus présenter aujourd'hui de difficulté d'ordre technique; elle est uniquement subordonnée à des considérations économiques dont la solution réside dans l'utilisation des forces motrices naturelles.

Les appareils mis en œuvre pour cette fabrication par voie humide se distinguent très nettement en voltamètres à diaphragmes pour lesquels, à la suite de bien des essais, l'amiante a été reconnue comme donnant seule des résultats satisfaisants, et en voltamètres élémentaires, presque exclusivement employés aujourd'hui, avec le mercure comme cathode.

Quant aux anodes, leur choix est très difficile, en raison de l'action destructive du chlore naissant sur la plupart des corps. Le platine est cher; l'argent platiné ou iridié est préconisé, notamment par M. Peyrusson; on a également mis en avant le ferro-silicium, le phosphure de fer, etc.; mais c'est encore le charbon graphitoïde, étudié par MM. Gérad et Street, qui paraît, ici comme ailleurs, présenter les qualités voulues d'économie et d'inaltérabilité: il se transforme en graphite et s'use très régulièrement.

La principale difficulté pratique de l'opération, très simple en théorie, gît dans le fait de la recombinaison du chlore, isolé du sodium, avec la lessive de soude obtenue, pour former un hypochlorite. D'autres réactions parallèles tendent en même temps à la formation de chlorate et à la reconstitution de chlorure de sodium par une partie de l'hypochlorite produit tout d'abord.

Avec les voltamètres sans diaphragmes, on divise généralement les vases par des cloisons en chicane plongeant plus ou moins complètement dans les liquides mis en œuvre ou s'élevant plus ou moins haut dans leur masse, suivant leurs densités respectives. Le chlore gazeux s'échappe au dehors où il est recueilli, tandis que le sodium se dissout dans le mercure servant de cathode; l'amalgame se diffuse promptement dans le mercure et se décompose en sodium qui réagit sur l'eau pour se transformer en soude caustique avec dégagement d'hydrogène et production d'un énergique courant électrique qui s'ajoute au courant général.

Les dispositions diffèrent d'ailleurs selon que les produits sont plus ou moins denses que l'électrolyte.

Cette électrolyse par voie humide n'était cependant que le préambule de l'*électrolyse par voie sèche* à laquelle M. Minet, comme un des premiers pionniers de cette branche nouvelle de l'électrochimie, avait hâte d'arriver. Cette méthode se divise, comme on sait, en méthode par fusion ignée, dans laquelle l'électricité joue à la fois un rôle calorifique et électrolytique, et en méthode électrothermique, où le courant électrique agit surtout comme agent calorifique. Laissant à M. Moissan le soin tout indiqué de traiter la dernière, M. Minet s'est circonscrit à l'*electrométallurgie de l'aluminium* qui procède de la première.

Pour l'extraction de l'aluminium on traite un bain de 70 parties de chlorure de sodium et de 30 parties de fluorure double d'aluminium et de sodium, dont les constantes physiques sont : point de fusion, 675° C.; densité à 829° C., 1,76; émission de vapeurs à 1056° C. La différence de potentiel nécessaire est de 7,5 volts, dont 3 seulement sont employés à la dissociation du métal, et les 4,5 autres à vaincre la résistance du bain et à le maintenir en fusion. Avec 40 chevaux, soit 4000 ampères sous 7,5 volts, on produit à l'heure 1 kg d'aluminium qui exige ainsi une énergie de 40 chevaux-heure répartis en 16 et 24 chevaux-heure suivant la répartition ci-dessus. Avec 1000 ampères-heure, on devrait théoriquement obtenir 0,360 kg d'aluminium; mais, comme on le voit par ce qui précède, on n'en produit pratiquement que 0,250 kg, soit un rendement de 0,70 environ. Cette différence tient à ce que l'aluminium est partiellement réattaqué, et l'étude de cette réaction secondaire a donné à l'auteur une absorption de 1000 ampères-heure sur 4000, soit 25 pour 100, correspondant sensiblement au rendement précédent; autrement dit, la récupération de l'aluminium redissous exige la fourniture ultérieure de 1000 ampères-heure.

La nature des électrodes n'est pas sans influence sur la différence de potentiel existant entre elles dans le bain. Tandis qu'elle est presque nulle avec deux électrodes de cuivre, de platine ou de charbon, on en constate une avec une électrode en charbon neuf et l'autre en charbon ayant déjà servi; elle s'accentue avec des électrodes en fer et en charbon, et prend enfin une importance de quelques volts entre électrodes de charbon, d'une part, et d'aluminium fondu, d'autre part.

Enfin, si l'on cherche la relation entre la différence de potentiel U entre les électrodes sous l'action d'un courant d'intensité I, on reconnaît qu'elle dépend de I, et, par suite, de la densité du courant pour un même appareil. Avec une densité de courant inférieure à 1 ampère par dm^2, on a pour cette relation $U = kI$, la constante k ayant, dans les expériences de l'auteur, la valeur 3,1. Pour une densité double, la relation précédente prenait la forme

$$U = e + rI,$$

dans laquelle e est de la nature d'une f. é. m. et r de celle d'une résistance. Mesurant expérimentalement U et I, l'auteur calculait e et r d'après deux expériences; puis, faisant varier I de 1000 à 4000 ampères, il a trouvé pour e et r des valeurs sensiblement constantes : e variait avec la température et présentait les valeurs relatives suivantes :

à 800° C.	3	volts.
à 900° C.	2,4	—
à 1000° C.	2,5	—
à 1100° C.	2	—

quant à r, il avait pour valeur 0,00125 ohm environ.

La masse du bain traité par l'auteur était de 80 kg; il

était alimenté par un mélange d'aluminium et de fluorure d'aluminium artificiellement obtenu par réaction d'acide fluorhydrique sur de l'alumine, et par une addition de chlorure de sodium en petite quantité, de manière à maintenir sa composition constante.

L'aluminium, provenant de la décomposition du fluorure d'aluminium, se porte à la cathode et coule le long de ses parois, une quantité équivalente de fluor se dégageant, d'après l'auteur, à l'anode.

Passant ensuite au facteur fondamental pratique de toute industrie, la puissance mécanique nécessaire à la production de la puissance électrique ici en jeu, M. Minet fait ressortir que, si l'énergie produite par la vapeur est applicable au traitement des métaux précieux tels que l'or et le platine dont le dépôt électrolytique n'exige que 0,7 cheval-heure environ par kg, ou pour le mercure et l'étain dont le kg coûte 0,9 cheval-heure, voire pour le cuivre qui demande 3,5 chevaux-heure par kg, il n'en saurait être de même de l'aluminium et du lithium qui en absorbent respectivement 40 et 43 par kg. L'utilisation des forces motrices naturelles permet seule dans ce cas la production électrolytique de certains corps, et l'expérience déjà acquise pour l'affinage du plomb et du cuivre qui, dans ces conditions, ne revient qu'au dixième du prix correspondant à l'emploi de la vapeur comme source d'énergie, est pleine d'encouragement dans cette voie.

D'après différentes moyennes relevées par lui en Savoie, l'auteur fixe à 600 000 fr l'installation de 1000 chevaux électriques *aux bains*, avec une chute d'eau de 100 m de hauteur captée à 1 km de distance. L'amortissement de ce capital, l'entretien du matériel, les frais de personnel et l'imprévu pouvant d'ailleurs se chiffrer, selon ses calculs, par une somme annuelle de 80 000 fr, feraient ressortir, pour une marche effective de 330 jours par an, à raison de 22 heures par jour, le cheval-heure *dans les bains* à 0,011 fr, dont la moitié afférente à la production du cheval-heure mécanique.

M. Minet termine en disant que 20 000 chevaux de puissance naturelle sont déjà utilisés en France pour ces traitements électrolytiques; la Savoie et les Pyrénées en offrent dès maintenant 100 000 disponibles, minime fraction de ce que les Alpes tiennent en réserve; et, dans ces conditions, tant comme procédés que comme moyens de réalisation, le plus brillant avenir est réservé à l'électrochimie.

La discussion qui a suivi cette intéressante communication n'en a pas été un des moindres attraits. Nous l'avons notée avec un vif plaisir, étant donnée la regrettable parcimonie avec laquelle on se livre chez nous à ces tournois scientifiques, éléments vitaux de toute réunion de ce genre.

Après quelques explications complémentaires fournies, à la demande de M. Korda, sur le mode d'évaluation de la résistance dont nous avons parlé plus haut, M. Hillairet fait observer, avec juste raison, que, en l'état actuel de l'offre et de la demande, et étant données dans bien des cas les questions de convenances, il est difficile d'établir *a priori* le coût d'une installation hydraulico-électrique. D'une manière générale, on peut compter qu'une telle installation coûtera sensiblement le même prix qu'une installation par la vapeur; la question « charbon » prime tout, et si, au premier abord, l'économie paraît évidente, il y a lieu de faire intervenir une foule de circonstances accessoires, telles que la convenance, les facilités de communications comme approvisionnements, main-d'œuvre, débouchés, etc., qui peuvent modifier une première impression.

Enfin la décomposition électrolytique du fluorure d'aluminium, avec dégagement d'acide fluorhydrique, donnée par M. Minet comme réaction principale dans les fours à aluminium, et prouvée, d'après lui, par l'arrêt de l'opération si à l'alimentation en fluorure d'aluminium on substitue celle en alumine, est combattue par un ingénieur de l'usine de Froges. Dans l'opinion de ce dernier, l'acide fluorhydrique resterait dans le bain et reformerait, avec l'alumine ajoutée, du fluorure d'aluminium. La quantité relative de fluor successivement introduite à Froges sous forme de cryolithe est, en effet, à poids égal de métal produit, bien inférieure à celle restituée par M. Minet sous forme de fluorure d'aluminium; il n'a d'ailleurs jamais été observé de dépolissage de verres ou carreaux dans le voisinage, comme on en constate à l'usine de Saint-Michel où a opéré M. Minet. Mais M. Moissan fait observer que cette considération des verres voisins n'est pas une preuve suffisante contre la théorie de M. Minet, le fluor pouvant fort bien se dégager dans les deux cas sous forme de tétracarbure qui n'attaque pas le verre et est d'ailleurs indécomposable, et le dépolissage des carreaux de Saint-Michel pouvant très rationnellement être attribué à des pertes en acide fluorhydrique préparé de toutes pièces et indépendamment du traitement même de la réduction de l'aluminium. Malgré la difficulté d'une analyse et d'une mesure volumétrique des gaz perdus, aux températures élevées de l'opération, ces expériences seules pourraient fixer définitivement sur la nature exacte de la réaction.

Sous ce titre : **Quelques appareils de chauffage par l'électricité**, M. Charpy présente à la réunion un appareil destiné à chauffer des barreaux d'acier de 20 cm de long sur 20 mm de diamètre pour des essais de trempe, la température pouvant varier de 200 à 1300° C. et devant être aussi uniforme que possible.

A cet effet, il emploie un tube en terre réfractaire, de 60 cm de longueur, extérieurement auquel sont enroulés deux fils de platine de 0,5 mm de diamètre dont les spires sont distantes de 2 mm et qui peuvent être couplés en dérivation. Un manchon d'amiante entoure ce système, et l'ensemble est enveloppé d'un cylindre métallique de 12 cm environ de diamètre, avec interposition d'un matelas calorifuge. Le tube de terre se prolonge au delà des bases de l'enveloppe métallique par des garnitures égale-

ment métalliques à circulation d'eau froide destinée à contre-balancer l'échauffement par conduction. Indépendamment de tourillons permettant de faire tourner l'ensemble autour de son axe, ces garnitures portent deux bagues métalliques reliées aux fils de platine et sur lesquelles s'appliquent des balais adducteurs du courant; une petite poulie, actionnée par un moteur électrique, imprime au système le mouvement de rotation. Grâce à deux autres tourillons transversaux fixés à l'enveloppe métallique, le tout peut tourner dans un plan vertical passant par l'axe et laisser ainsi tomber le barreau d'essai, dûment chauffé, dans le liquide destiné à le tremper. Par suite de ces dispositions, le barreau s'échauffe avec une parfaite régularité et ne se voile pas à la trempe, ce qui était inévitable avec un appareil fixe, l'inégal échauffement des parties inférieure et supérieure des barreaux amenant toujours dans ce cas une déformation. La grande longueur relative du tube de terre, 60 cm pour 20 cm utiles, contribue également à assurer cette régularité de chauffage sans abaissement de température aux extrémités. Celle-ci, mesurée avec un pyromètre Lechatelier, se maintient en effet constante à 2 degrés près sur toute l'étendue du barreau. La variation de résistance des fils de platine, dont le coefficient est parfaitement déterminé, offre un autre moyen de mesurer la température; il suffit de monter un voltmètre et un ampèremètre sur les conducteurs du courant, qu'on peut d'ailleurs faire varier à volonté par la manœuvre d'un rhéostat intercalé dans le circuit de la source d'énergie électrique. La température se calcule ainsi à 20 degrés près.

Un courant un peu inférieur à 8 ampères, sous 70 volts, soit une puissance de 500 watts environ, maintient la température de l'appareil entre 850 et 900 degrés. Pour arriver au même résultat avec un four à gaz, il faudrait dépenser à peu près 500 litres de gaz à l'heure. A égalité de coût du watt et du litre de gaz, la dépense serait, en conséquence, la même dans les deux cas. Si, d'autre part, on estime à 700 litres de gaz, pour la production d'un cheval-heure électrique, la consommation horaire d'un moteur à gaz actionnant une dynamo, on voit qu'il serait encore avantageux de passer par cette double transformation dans le cas actuel.

En tout cas, cet appareil est d'un maniement facile, la température extérieure de l'enveloppe n'atteignant pas 150 degrés après six heures de marche continue, pour une température intérieure de 800 à 900 degrés. Dans ces limites, la différence de température entre la partie médiane et les extrémités du tube ne dépasse pas 20 à 25 degrés.

M. Moissan a pris ensuite la parole pour sa communication **Sur le four électrique**. Nous n'avons pas besoin de faire ressortir ici l'aisance, la diction et l'exposition magistrales de l'orateur; la plupart de nos lecteurs ont eu déjà l'occasion de l'entendre et reconnaîtraient à distance le savant sûr de lui-même, si nous pouvions reproduire exactement sa communication sans être obligé de la résumer simplement. Ce n'est pas cependant sans précautions oratoires que M. Moissan aborde son sujet, en s'excusant, avec insistance, de ne pas faire de l'industrie, mais de la science, et réclamant, à ce titre, l'indulgence des ingénieurs.

Les *actions électrothermiques*, objet des travaux et domaine de M. Moissan, sont celles dans lesquelles l'énergie électrique intervient uniquement par ses propriétés calorifiques. La relation entre cette propriété et l'intensité du courant est mise en évidence par ce fait que, sous l'action d'un courant déterminé, un mélange d'acide titanique et de charbon se transforme à l'air libre en protoxyde de titane; si l'on augmente l'intensité, il y a formation d'azoture de titane; et, pour une intensité encore plus grande, on obtient finalement du carbure de titane, le carbone étant le plus réfractaire des corps simples. L'objectif de l'auteur, dans ses recherches sur le diamant, était la réalisation des températures les plus élevées qu'on pût atteindre, et, par suite, celle d'un four non seulement résistant à ces températures, mais encore les conservant. L'arc voltaïque, d'une part, comme moyen de production de chaleur, la chaux, d'autre part, déjà employée dans le chalumeau oxhydrique, comme matière réfractaire et mauvaise conductrice de la chaleur, lui ont fourni les deux éléments essentiels de ses recherches. Non seulement, en effet, le four en chaux ne rougit pas, mais on peut même tenir la main sur sa partie supérieure, alors que la face inférieure, distante de quelques centimètres à peine, est à la température de fusion de la chaux. Là est tout le secret des résultats obtenus, et si ses devanciers dans cette voie, Siemens et autres, n'y sont pas arrivés, c'est qu'ils employaient le charbon et la magnésie dont la conductibilité calorifique est trop grande. Mais, cette première difficulté vaincue, il restait encore, en vue de la pureté des produits terminaux et de l'économie du courant, à prévenir l'introduction de matières étrangères, d'où action de l'arc à distance, emploi d'électrodes horizontales, et nécessité de charbons aussi purs que possible comme électrodes et comme creusets; ceux dont il fait usage ne donnent pas plus de 1 pour 100 de cendres.

La nécessité d'opérer dans certains cas sur des quantités de matière plus considérables a cependant obligé à renoncer à la chaux, qui ne se prête pas à la construction de fours de grandes dimensions, et à lui substituer, à la suite de Deville et Debray, la pierre de Courson, dont la mauvaise conductibilité calorifique est presque égale.

Quant à la température atteinte dans le four, elle serait, d'après M. Violle, de 3500° C. correspondant au point de vaporisation du carbone dans l'arc voltaïque; mais l'expérience précitée sur l'acide titanique paraît indiquer qu'elle prend des valeurs différentes suivant l'intensité du courant. Quoi qu'il en soit, la vapeur de carbone formée autour de l'arc retombe rapidement sur les crayons, tandis que, grâce à leur disposition horizontale, les impuretés s'en éloignent. Sous cette température très élevée la partie supérieure du four se creuse intérieurement en une cavité hémi-ellipsoïdale résultant de la volatilisation

de la chaux et présentant un foyer Drumond de cette forme.

Dans ces conditions, M. Moissan a pu obtenir le carbure de chrome, qu'il a ensuite affiné au moyen d'un oxyde double de calcium et de chrome, réalisant ainsi le chrome à l'état métallique, en culots de masse considérable, dont les propriétés physiques ont été étudiées. Il se lime facilement et se cémente, se comportant ainsi d'une façon analogue au fer, depuis la fonte jusqu'à la cémentation, en passant par l'état métallique proprement dit.

Il a obtenu de même le molybdène, à l'état de carbure ou de fonte, puis à l'état métallique, et enfin cémenté qui raie alors le cristal de roche; trempé, il raie le corindon.

Le tungstène, au contraire, s'obtient du premier coup sous forme d'éponge; il se soude à lui-même à la température qui en amène la réduction. A une température plus élevée, on en fait un carbure ou fonte.

Enfin le titane n'a jamais pu être obtenu à l'état métallique; c'est, de tous ses congénères, celui dont la réduction est le plus difficile. A une température relativement faible, son protoxyde apparaît sous forme d'aiguilles; vers 500 degrés, on voit se produire l'azoture; et enfin, entre 1000 et 2000 degrés, il reste à l'état de carbure et sous cette forme raie le diamant tendre.

Ces différents carbures ou carbides sont parfaitement définis, cristallisables. Les uns, comme le carbure de calcium, le carbure d'aluminium, décomposent l'eau à la température ordinaire, en donnant lieu à la production d'acétylène; les autres sont sans action sur elle, ce qui donne une base pour leur classification.

Nous regrettons de ne pouvoir reproduire ici les considérations synthétiques d'ordre si élevé auxquelles l'étude de ces carbures a conduit l'auteur de ces belles recherches. Nous nous en consolons à demi, en pensant au bruit qu'elles ont fait, aux nombreuses publications auxquelles elles ont donné lieu et à l'initiation qui en est résultée pour nos lecteurs. Nous n'en retenons que cet aperçu sur la synthèse des pétroles, dont la formation peut, au moins dans certains cas, comme dans les dépôts en terrains granitiques, être attribuée, de même que certaines éruptions volcaniques, à l'action de l'eau sur le carbure d'aluminium.

En terminant, M. Moissan a, trop rapidement, à notre gré, résumé ses remarquables Notes à l'Académie sur les combinaisons obtenues par lui entre les métalloïdes, silicium, bore, carbone, et sur la solubilité du carbone, sans combinaison, dans certains métaux tels que le rhodium, le palladium et l'iridium, le graphite restant, en fin de compte, la seule forme stable du carbone à haute température.

Comme clôture de cette première séance bien remplie, M. Moissan a résumé une Note communiquée à l'Académie, le 22 juin dernier, par M. Tommasi, sur un **Procédé de désargentation électrolytique des plombs argentifères**. Son principe consiste à électrolyser une solution plombique qui non seulement possède une résistivité excessivement faible, mais encore ne donne pas naissance à du peroxyde de plomb, et à prendre l'alliage argentifère lui-même pour anode et un disque métallique inattaquable par le bain pour cathode.

Sous l'action du courant le plomb des anodes entre en dissolution et se transporte, sous forme de cristaux spongieux, sur le disque servant de cathode, tandis que tout l'argent contenu dans le plomb, étant insoluble dans le bain, se dépose au fond de la cuve dans un récipient perforé destiné à le recueillir. Cet argent, lavé et séché, est fondu au creuset avec du nitrate de sodium et un peu de borax, puis coulé en lingots.

Nous devons, malgré nous, remettre à plus tard l'analyse d'autres communications ou discussions incidentes qui devaient trouver place ou se sont produites dans d'autres sections, telles que l'**Application de l'électrolyse à la fabrication des produits chimiques**, l'**Électrolyse du chlorure de sodium** dans les usines Solvay, l'**Épuration des jus sucrés**, etc. Nous y reviendrons quand nous aurons sous les yeux les documents indispensables. E. Boistel.

LA STATION CENTRALE DE KAISERSLAUTERN

EN ALLEMAGNE

La station centrale de Kaiserslautern fut construite par Oscar von Miller, ingénieur, qui présenta un projet le 9 février 1894, et qui était désigné le 25 février 1894 pour édifier cette station et s'occuper de l'installation. M. O. von Miller était également chargé de l'exploitation pendant la première année, du 1er septembre 1894 au 31 décembre 1895. Il vient d'indiquer dans un rapport aux autorités municipales les principales conditions de fonctionnement de l'usine dans cette première année. Il y a toujours quelques chiffres intéressants à trouver dans ces sortes de travaux; aussi nous n'hésitons pas à faire un choix des renseignements publiés par l'*Elektrotechnische Zeitschrift*.

Installation. — La station centrale a été établie non loin de la ville, près d'une voie ferrée qui peut lui amener le charbon directement. Les bâtiments ont été installés grandement et renferment : salle des chaudières, salle des machines, ateliers, chambres de mesures, bureaux, appartements divers.

L'éclairage de la gare voisine devait être assurée en courants continus, et la distribution dans la ville, au contraire, a dû être faite par courants alternatifs. Il a donc été nécessaire de choisir un système mixte.

La salle des chaudières renferme 2 chaudières tubulaires de la Compagnie Herrmann et Schimmelbusch,

d'une surface de chauffe de 165 m², travaillant à la pression de 10 atmosphères, et 3 chaudières Cornwall de 65 m² de surface de chauffe qui fonctionnent également à 10 atmosphères. L'eau d'alimentation, ainsi que l'eau de condensation, est puisée dans un puits artésien à l'aide d'une pompe. Un appareil gradué, système Zshocke, d'un débit de 200 m³ d'eau par heure, sert à purifier et à rafraîchir l'eau d'alimentation et de condensation.

Dans la salle des machines se trouvent 3 machines à vapeur compound de 250 chevaux chacune à 200 tours par minute, construites par les frères Pfeiffer. L'une commande directement une dynamo à courants continus de 700 ampères à 245 volts, la seconde commande aussi directement un alternateur de 175 kilowatts à 2100 volts, et la troisième machine servant de réserve est disposée pour commander à volonté soit une dynamo à courants continus, soit un alternateur semblable à ceux dont il a été question plus haut, soit même les deux ensemble, suivant les besoins. Les machines électriques ont toutes été fournies par la maison Brown, Boveri et Cie, de Baden (Suisse). La puissance totale installée était donc de 693 kilowatts, et la puissance disponible de 518 chevaux.

Le tableau de distribution contenant tous les appareils de couplage, de mesure et de réglage pour distribution à courants continus et distribution à courants alternatifs, a été installé par la maison Voigt et Häffner, de Bockenheim. L'usine renferme également une batterie d'accumulateurs.

La canalisation souterraine en câbles sous plomb et armés a une longueur de 12 km avec 29 boîtes de distribution. La canalisation aérienne a une longueur de 14,5 km.

Dans le réseau de distribution sont installés 58 postes de transformateurs renfermant 63 transformateurs d'une puissance totale de 459 kilowatts. Quelques-uns de ces postes servent en effet de sous-stations pour desservir parfois plusieurs abonnés.

Les compteurs sont au nombre de 145 pour les compteurs Thomson-Houston de 5 à 400 ampères, et au nombre de 90 pour les compteurs Hummel de 15 à 200 ampères.

Les frais totaux d'installation ont été de 678 975 fr, restant au-dessous de la dépense garantie de 111 018 fr, ce qui mérite d'être signalé. Ils se répartissent de la façon suivante :

Immeuble	21 257 fr.
Constructions	157 133
Machines	231 982
Transformateurs	43 226
Canalisations	133 467
Divers	91 910
	678 975 fr.

Exploitation. — Les prix de vente étaient de 8,6 centimes l'hectowatt-heure pour l'éclairage et de 2,47 centimes pour la force motrice ; ce qui mettait à peu près, avec les rabais, à 3,58 centimes le prix de la lampe-heure de 16 bougies et à 19,75 centimes le cheval-heure pour un moteur.

Le nombre des lampes et la puissance des moteurs chez les abonnés atteignait les chiffres suivants :

	Au début.	A fin décembre 1895.	Février 1896.
Nombre de lampes de 16 bougies	4036	7428	7560
Puissance des moteurs installés en chevaux	80	146	160

La répartition des diverses lampes à la fin de 1895 se faisait comme l'indique le petit tableau ci-après :

Maisons d'affaires, ateliers	3664	lampes de 16 bougies.
Habitations	1594	—
Éclairage public	70	—
Gares	2200	—

Les moteurs se trouvent répartis dans les industries les plus diverses. On compte :

Abonné.	Nombre de moteurs.	Puissance totale en chevaux.
Imprimeries et lithographies	4	16
Fabriques de meubles et de chaises	6	38,6
Menuisiers et charpentiers	2	9,6
Serruriers et mécaniciens	5	22,4
Charrons et tonneliers	3	9,2
Boucheries	2	7,2
Fabriques de papier et de livres	2	4,0
Fabriques de fromages et de vermicelles	2	5,6
Entrepôt d'affaires coloniales	2	7,2
Fabrique de machines à coudre	1	3,6
Fabrique d'anneaux métalliques	1	6,0
Couvreur	1	6,0
Divers	3	10,4

L'énergie électrique totale utile distribuée depuis l'ouverture de l'usine jusqu'à la fin de l'année 1895 a atteint 3 526 483 hectowatts-heure. La consommation a été partagée entre l'éclairage et la force motrice.

Éclairage privé	1895		618 714	hectowatts-heure.
— public	1895		24 166	—
— des gares	1894	775 788	2 515 794	—
— —	1895	1 742 006		
Force motrice	1895		367 809	—
			3 526 483	hectowatts-heure.

L'état définitif des recettes et des dépenses à la fin de l'année 1895 a été le suivant :

RECETTES 1894-1895

Fourniture d'énergie électrique aux chemins de fer 1894.	17 194 fr
— — 1895.	37 885
Fourniture d'énergie électrique pour éclairage aux abonnés, compris location des compteurs	48 800
Fourniture d'énergie électrique pour force motrice, compris location des compteurs en 1895.	8 083
Fourniture d'énergie électrique pour l'éclairage des rues, compris les dépenses de crayons en 1895.	657
Total	114 619 fr.

DÉPENSES 1894-1895

Dépenses pour appointements, salaires	1894	3 154	22 596 fr.
—	1895	19 442	
Combustible	1894	5 831	43 224
—	1895	37 392	
Graissage et réparations	1894	852	7 726
—	1895	6 874	
Dépenses pour imprimés, fournitures de bureau	1894	331	8 449
— —	1895	8 118	
Intérêts en capital pour 1895			22 004
Total des dépenses			103 999 fr.

On remarquera que la première année, l'usine a pu réaliser un bénéfice net de 10 620 fr. C'est un résultat qui mérite d'être mentionné. Il est vrai que l'amortissement n'a pas été compté. J. Laffargue.

DÉTERMINATION DE LA FORME

DES

COURBES DES COURANTS ALTERNATIFS

Dans l'étude des courants alternatifs et dans l'application des mathématiques aux diverses questions relatives à ces courants, on fait toujours l'hypothèse que les courbes représentatives des différences de potentiel et des intensités en fonction du temps sont de véritables sinusoïdes. C'est une hypothèse qui est inexacte dans la majorité des cas de la pratique, mais qui est nécessaire pour traiter facilement de tels problèmes.

La forme des courbes des courants alternatifs dépend de beaucoup de facteurs qui résident en partie dans la machine génératrice, en partie à l'extérieur. Dans la machine il y a principalement la forme des pièces polaires, la répartition de l'enroulement induit et la réaction de l'armature qui varie avec la grandeur de la charge. En dehors de la machine, il y a les résistances inductives, transformateurs et moteurs, ainsi que la capacité des câbles qui déforment les courbes.

Lorsque pour une génératrice les pièces polaires ont une forme appropriée et qu'il n'y a pas de débit, la courbe de force électromotrice peut ne pas s'écarter du tout de la sinusoïde; mais aussitôt que la machine débite, il se produit une déformation de la courbe. Des déformations considérables sont causées par les résistances inductives. Nous avons donné dans le numéro 77 du 10 mars 1895 de *L'Industrie électrique*, dans l'article intitulé *Influence de la forme du courant des alternateurs sur le fonctionnement des moteurs*, des courbes représentant la déformation produite par la marche d'un moteur asynchrone. Le Dr Fleming donne également dans *The Electrician* de février 1895 quelques formes de ces courbes. On trouve aussi dans le n° 107, du 10 juin 1896, de *L'Industrie électrique* des courbes obtenues avec les alternateurs de la General Electric C°.

Les déformations des courbes des courants alternatifs doivent avoir une grande influence sur le fonctionnement des installations à courants alternatifs. On a cité le cas de moteurs et transformateurs ayant un rendement moindre sur courants non sinusoïdaux et en particulier absorbant à vide une puissance plus grande.

La General Electric C° a fait des expériences [1] sur des transformateurs, et a reconnu des pertes pour les noyaux extrêmement différentes, suivant que la f. é. m. d'alimentation était sinusoïdale ou non.

Il y a également à signaler la difficulté de transmission de l'énergie à grande distance avec les courants non sinusoïdaux trop déformés à cause de l'importance que présentent alors les phénomènes de résonnance. Il est donc intéressant d'avoir des procédés permettant de voir facilement et rapidement la forme exacte des courbes dans les différentes conditions de fonctionnement qui peuvent se présenter en pratique. On a été ainsi conduit à imaginer plusieurs méthodes pour observer la loi des changements périodiques de la force électromotrice et de l'intensité du courant dans les circuits à courant alternatif et amené à construire des appareils devant inscrire directement les courbes représentant en fonction du temps les valeurs de ces quantités.

La première méthode employée pour l'étude de la forme des courants alternatifs est celle de M. Joubert [1], connue sous le nom de méthode du disque tournant et qui a été le point de départ d'un grand nombre d'autres méthodes basées sur le même principe. Un disque calé sur l'arbre de la machine à étudier porte à sa périphérie un contact qui à chaque tour vient toucher un balai fixe. Ce dispositif permet de mettre en relation avec un appareil de mesure convenable et pendant un temps très court, les deux points entre lesquels on veut mesurer la différence de potentiel pour le moment de la période déterminé par la position relative du balai fixe et de la partie fixe de la machine. La durée du contact étant très courte par rapport au temps périodique, on peut avoir, en donnant au balai différentes positions, la valeur des différentes ordonnées correspondantes de la courbe représentant en fonction du temps la différence de potentiel étudiée.

L'appareil de mesure employé par M. Joubert était l'électromètre à quadrants et, afin de diminuer l'importance perturbatrice des fuites dues au plus ou moins bon isolement de l'ensemble de l'installation, un condensateur d'une certaine capacité était branché aux bornes de l'électromètre. On mesurait la différence de potentiel aux bornes de la machine et la différence de potentiel aux bornes d'une résistance sans self-induction; cette dernière mesure permettait de déduire l'intensité.

Trois conditions doivent être réalisées dans l'application de cette méthode : la durée du contact doit être très petite par rapport au temps périodique, l'influence des pertes de charge doit être rendue négligeable, et enfin, condition qui en rend l'emploi assez difficile en pratique, le régime doit rester absolument invariable pendant les mesures, qui demandent un temps assez long.

Les principaux perfectionnements apportés à cette méthode ont consisté principalement dans la réduction du temps nécessaire aux différentes mesures. Si, en effet, il est relativement possible au laboratoire d'essais de maintenir constante la charge d'une machine pendant un temps assez long, cela est beaucoup plus difficile dans une installation industrielle, et même impossible lorsque celle-ci est continuellement en service.

L'appareil de mesure employé dans l'application de la méthode du disque tournant a varié suivant les expérimentateurs. Fleming, qui a rendu la méthode complète-

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 10 juillet 1896, n° 109, p. 295.

[1] *Études sur les machines magnéto-électriques* (*Annales de l'École Normale*, 2e série, t. X, 1881).

ment indépendante de la machine génératrice et, par conséquent, applicable en dehors de la possession de cette machine, par exemple, en tous les points d'un réseau de distribution, par l'emploi d'un moteur synchrone dont la partie mobile actionne le disque de contact, a utilisé les modèles industriels d'électromètres et a étendu l'échelle de mesure de ces appareils par un ingénieux artifice qui peut rendre des services dans bien des cas. Ce dispositif consiste à ajouter ou à retrancher, suivant les cas, à la différence de potentiel à mesurer, une différence de potentiel fournie par une pile auxiliaire et mesurée préalablement avec le même électromètre. Un électromètre industriel dont la partie la mieux utilisable de l'échelle commence à 60 volts et va jusqu'à 120 volts, peut ainsi, grâce à l'emploi d'une pile de force électromotrice égale à 60 volts, servir à mesurer de 0 à 180 volts.

La plupart des expérimentateurs se sont servis de galvanomètres, généralement du genre Deprez-d'Arsonval, disposés aux bornes du condensateur de la méthode de M. Joubert. Il suffit de faire un étalonnage préalable de ces appareils sur une différence de potentiel connue.

M. Louis Duncan, dans sa méthode d'observation simultanée de plusieurs courbes [1], a fait emploi d'électrodynamomètres dont le cadre fixe était traversé par le courant alternatif à étudier et dans le cadre mobile desquels on faisait passer au moyen du disque tournant un courant de très courte durée, toujours de même sens et toujours au même moment de la période et qui était fournie par une pile auxiliaire.

M. Janet [2] et M. Blondel [3] ont transformé la méthode de Joubert de manière à rendre possible l'enregistrement direct par un procédé photographique, de la forme des courbes des courants alternatifs. Le procédé consiste à rendre lentement mobile le balai fixe des expériences de M. Joubert. Sous l'influence des décharges successives du condensateur, l'appareil de mesure qui est aux bornes de celui-ci, électromètre ou galvanomètre, donne des déviations successivement proportionnelles aux valeurs des différentes ordonnées de la courbe correspondant aux positions qu'occupe le balai lentement mobile au moment où il vient toucher le contact tournant solidaire de l'armature.

Pour obtenir l'inscription photographique, un rayon lumineux est projeté sur le miroir de l'appareil de mesure et le rayon réfléchi est reçu sur une plaque photographique ou sur un papier sensible qui est animé d'une vitesse linéaire proportionnelle à la vitesse de rotation du balai mobile et dans un sens perpendiculaire aux déviations du rayon réfléchi.

C'est le principe du dispositif adopté par M. Blondel dans ses intéressantes recherches sur l'arc à courant alternatif.

MM. J. Mark Barr, W. Beckit Burnie et C. Rodgers ont communiqué à la *British Association* une méthode de projection optique des courbes de courant alternatif dans laquelle ils emploient, combiné avec un moteur synchrone portant la pièce de contact, le système de balai mobile employé déjà par M. Janet et M. Blondel; mais au lieu de déplacer la plaque photographique, les auteurs communiquent au rayon réfléchi par le galvanomètre un second mouvement à angle droit avec le premier en le recevant sur un miroir oscillant actionné par une came tournant à la même vitesse que le balai.

M. F. Drexler a communiqué récemment à l'*Electrotechnischen Verein*, de Vienne [1], une méthode d'inscription des courbes dans laquelle il utilise également le disque tournant mais disposé d'une façon très intéressante.

Ce disque est mû non par le générateur ou par un moteur synchrone, mais par un moteur asynchrone, à 2 pôles, et il porte un seul contact. Le moteur asynchrone fonctionnant sous charge sensiblement nulle, pour ses frottements et ceux du ressort de contact, tourne à une vitesse très voisine du synchronisme, le glissement étant très faible. Ce dispositif permet de laisser fixe le balai de contact au lieu d'avoir, comme dans les méthodes précédentes, à le faire tourner lentement autour du disque. Il y a contact à chaque tour, et le temps qui sépare deux contacts est un peu plus grand que le temps périodique. Les contacts successifs sont utilisés pour alimenter directement un galvanomètre sans fer ayant très peu de self-induction et un assez fort champ directeur. Ce champ directeur est créé par une ou deux bobines fixes traversées par un courant continu. Le cadre mobile renferme peu de spires et est suspendu à la manière du cadre des galvanomètres Deprez-d'Arsonval. L'enregistrement photographique des déviations de ce cadre se fait par un procédé spécial. Le cadre porte une légère aiguille horizontale assez longue, en papier et sur laquelle est collée une bande de papier d'étain. Le bout de l'aiguille est recourbé vers le bas et arrive très près de la surface sensible d'une glace photographique sans toutefois la toucher. Cette glace est placée sur un support métallique qui est mis en mouvement à une vitesse constante au moyen d'un mouvement d'horlogerie. L'aiguille est reliée avec le négatif d'une bobine d'induction de Ruhmkorff et le support de la plaque avec le positif.

On obtient ainsi une très bonne inscription des déviations du cadre du galvanomètre. Dans le cas où l'aiguille, au lieu d'être reliée au négatif, est reliée au positif, l'inscription se fait moins bien et la courbe est entourée d'aigrettes et de houppes. Pour obtenir une trace continue d'étincelles, le trembleur de la bobine doit être réglé à une très grande vitesse.

M. F. Drexler signale l'emploi, au lieu du moteur asynchrone dont il s'est servi, d'un moteur à courant continu ou à courant alternatif dont on réglerait la vitesse à la valeur nécessaire. Pour une fréquence de 42 périodes par

(1) *L'Industrie électrique*, t. I, 1892, p. 421.
(2) Société de physique, 29 mars 1891. — *Revue générale des sciences*, 30 mars 1891.
(3) *La Lumière électrique*, t. XLI, p. 405; t. XLIX, p. 501.
(4) *Electrical Review*, 27 septembre 1895.

(1) *Zeitschrift für Elektrotechnik*, n° 8, 1896.

seconde, le disque doit faire à peu près 2520 t : m. Il suffit de régler cette vitesse angulaire de manière à ce que le mouvement du cadre du galvanomètre se fasse suffisamment lentement pour que l'influence de la masse de cette partie mobile soit négligeable. La vitesse du disque peut être réglée indifféremment au-dessus ou au-dessous de la vitesse de synchronisme qui correspond à une déviation fixe du cadre. La vitesse du moteur portant le disque peut, avec deux contacts diamétraux, être réglée à la moitié de la vitesse correspondant au synchronisme.

L'extrémité de l'aiguille décrit un arc de cercle et, dans la disposition avec plaque photographique placée horizontalement comme l'a fait M. Drexler, la forme de la courbe est un peu modifiée, mais il est facile de la rectifier par une construction graphique. L'auteur indique pour éviter cet inconvénient l'emploi, l'aiguille n'étant pas recourbée, de papier sensible ou de pellicule ployée suivant un rayon de courbure égal à la longueur de l'aiguille.

M. Drexler indique également, pour éviter l'emploi de substances sensibles à la lumière, la possibilité d'un enregistrement par un système analogue au siphon recorder, ou même avec un appareil spécialement combiné, l'écriture directe sur le papier avec de l'encre d'aniline.

M. Marjan Lutoslawski signale également (¹) un nouvel appareil pour l'inscription des courbes de courant alternatif et qu'il appelle indicateur de courbes. Comme M. Drexler, cet ingénieur trouve que les méthodes employées jusqu'à ce jour ne sont pas suffisamment simples pour être d'un emploi commode dans la pratique et il a cherché à les perfectionner dans ce sens. Son appareil est également dérivé du disque tournant, ce disque muni d'un seul contact est porté soit par la génératrice, soit par un moteur synchrone. Un grand nombre de balais sont disposés autour du disque. Ces balais sont fixes et sont successivement reliés au galvanomètre ou à l'électromètre au moyen d'une manivelle spéciale, ce qui correspond à faire occuper à un seul balai les positions de tous les autres. Cette combinaison ne nous paraît pas préférable, au contraire, à celle qui consiste à mouvoir lentement ce seul balai, car elle conduit à un appareil aussi compliqué et elle a le désavantage de remplacer par une droite la portion de courbe correspondant à l'intervalle de deux balais successifs.

Les méthodes dérivées du disque tournant ne sont pas les seules employées pour la détermination des courbes des courants alternatifs. Il est possible de construire des appareils de mesure dont la partie mobile a sous l'influence du couple directeur seul, un temps périodique d'oscillation suffisamment petit pour pouvoir suivre sans retard appréciable des variations très rapides du courant qui les traverse. Ces appareils, que M. Blondel a appelés oscillographes, et dont il a fait une étude très complète (¹), permettent d'étudier directement les formes des courants alternatifs.

(¹) *Elektrotechnische Zeitschrift*, n° 14, 1896.

M. Éric Gérard est le premier (²) qui ait essayé de réaliser un appareil de ce genre. Il utilisait un galvanomètre du genre Deprez-d'Arsonval, construit spécialement avec une petite bobine très légère se déplaçant dans un champ magnétique très puissant. Pour l'enregistrement photographique on se servait de l'éclairage intermittent produit par les étincelles d'une bobine de Ruhmkorf dont le courant primaire était réglé par un diapason.

Le Dr Frölich (³) a employé un dispositif plus simple mais moins précis, il se servait tout simplement d'un téléphone électromagnétique, dont la bobine était traversée par le courant à étudier et sur la membrane duquel était collé un petit miroir. Un rayon lumineux était projeté sur le miroir et de là sur un miroir polygonal tournant, qui le renvoyait sur un écran ou sur une plaque photographique.

M. Blondel (⁴) qui, ainsi que nous l'avons dit plus haut, a étudié d'une manière très-complète les oscillographes, a combiné un appareil pour lequel nous renvoyons à la description déjà donnée dans ce journal.

Un troisième groupe de méthodes comprend la méthode électrochimique de M. Janet, sur laquelle *L'Industrie électrique* a donné des renseignements très complets (⁵) ainsi que les perfectionnements qui y ont été apportés par M. Blondel (⁶).

Signalons également pour mémoire, la méthode optique d'étude des courants alternatifs de M. F. Pionchon (⁷).

P. Gasnier.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 20 juillet 1896.

Étude du carbure de lanthane. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — *Préparation.* — L'oxyde de lanthane est facilement réduit par le charbon à la température du four électrique. Cependant, cette réduction exige une température plus élevée que celle de l'oxyde de cérium.

(¹) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1893, t. CXVI, p. 502. — *L'Industrie électrique*, 1893, p. 137.
(²) *La Lumière électrique*, t. XXXI, p. 16.
(³) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1889, n° 10, p. 349.
(⁴) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1893, t. CXVI, p. 592. — *L'Industrie électrique*, 1893, p. 137.
(⁵) *L'Industrie électrique*, 1894, p. 198, 329 et 351; 1895, p. 19.
(⁶) *L'Industrie électrique*, 1894, p. 374.
(⁷) *L'Industrie électrique*, 1895, p. 193.

L'oxyde de lanthane est mélangé avec du charbon de sucre finement pulvérisé dans les proportions suivantes :

Oxyde de lanthane	100
Charbon de sucre	80

Ce mélange est tassé dans un tube de charbon, fermé à l'une de ses extrémités et chauffé dans mon four électrique pendant douze minutes au moyen de l'arc fourni par un courant de 350 ampères et 50 volts.

On obtient ainsi un lingot homogène, bien fondu, à cassure cristalline, de couleur moins foncée que le carbure de cérium. Les fragments, examinés au microscope, sont transparents et colorés en jaune; ils possèdent un aspect cristallin très net.

La densité du carbure de lanthane cristallisé a été trouvée de 5,02 à +20°. Elle est donc un peu plus élevée que celle indiquée par M. Petterson (4,71).

Conclusions. — L'oxyde de lanthane, mélangé de charbon et chauffé dans le four électrique, produit avec facilité un carbure transparent et cristallisé de formule C^2La. Ce carbure est décomposable par l'eau à la température ordinaire en fournissant un mélange d'éthylène et de méthane accompagné de traces d'éthylène. La proportion de méthane est un peu plus forte que celle fournie par le carbure de cérium. Au moment de sa destruction par l'eau, ce composé fournit une très petite quantité de carbures liquides et solides.

Électroscope à trois feuilles d'or. — Note de M. L. Benoist, présentée par M. Mascart. — J'ai apporté à l'électroscope à feuilles d'or une modification très simple, qui en augmente la sensibilité, et en rend plus précis l'emploi comme électromètre.

Elle consiste à le garnir de *trois* feuilles d'or de mêmes dimensions, que l'on saisit à la fois par une de leurs extrémités au moyen d'un morceau de papier d'étain, disposition déjà employée dans le cas de deux feuilles, et que l'on fixe à la pince qui termine la tige isolée de l'électroscope. L'addition d'une *troisième* feuille d'or présente les avantages suivants :

Quand on charge l'électroscope, la feuille centrale reste verticale, et les deux autres s'en écartent d'un même angle de chaque côté; la première forme un véritable fil à plomb, servant de repère pour la mesure des angles, qu'il est commode d'effectuer au moyen d'un rapporteur transparent fixé sur la glace antérieure de la cage métallique, et que l'on centre facilement par rapport aux feuilles d'or; on observe avec un viseur suffisamment éloigné.

D'autre part, la sensibilité est notablement plus grande qu'avec deux feuilles; car ici, chaque feuille extrême est quatre fois plus fortement repoussée par la feuille centrale que par la feuille opposée, de telle sorte qu'une même divergence s'obtient avec une charge moindre, bien que cette charge soit répartie entre trois feuilles au lieu de deux.

Un calcul simple montre immédiatement que, pour les petits angles, la sensibilité est accrue dans le rapport de 1 à 1,49; et une formule plus générale, facile à établir, prouve que la sensibilité augmente davantage à mesure que l'angle de divergence augmente.

Dans l'électroscope à deux feuilles, la sensibilité devient nulle au voisinage d'un angle de 90° compté à partir de la verticale; c'est l'angle limite au voisinage duquel un nouvel accroissement de charge ne produit aucun nouvel accroissement de divergence. Avec trois feuilles, l'angle limite est porté à 120°. L'appareil peut ainsi servir pour de plus hauts potentiels, sans que l'on ait à craindre l'arrachement des feuilles d'or.

Séance du 27 juillet 1896.

Sur quelques expériences nouvelles relatives à la préparation du diamant, par M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — Nous avons indiqué, dans des recherches précédentes (¹), qu'en refroidissant brusquement la fonte en fusion on pouvait obtenir le carbone sous forme de diamant.

Dans une nouvelle série d'expériences, nous avons cherché à diminuer le volume du fer en fusion et à le refroidir beaucoup plus rapidement.

L'expérience idéale à réaliser consisterait à amener la fonte liquide sous forme d'une sphère, et à exercer ensuite sur elle une pression très grande. Un tel résultat peut être atteint sur un petit volume de matière, en laissant tomber d'une certaine hauteur la fonte liquide saturée de carbone au moyen du four électrique et en la refroidissant brusquement dans un bain de mercure.

Nous avons disposé un four électrique en pierres de Courson analogue à ceux que nous employons journellement, mais dont le fond portait une ouverture cylindrique de 6 cm de diamètre. Les électrodes qui amenaient le courant avaient 5 cm de diamètre; celle du pôle positif était creuse; elle portait, suivant son axe, un canal cylindrique de 18 mm de diamètre, dans lequel pouvait se mouvoir avec facilité une tige de fer que l'on avançait ou que l'on reculait à volonté.

Ce four était disposé sur deux tréteaux et en dessous se trouvait une marmite de fer contenant du mercure sur une épaisseur de 10 cm, surmonté d'une couche d'eau deux fois plus épaisse. On commençait par faire jaillir l'arc et l'on employait un courant de 1000 ampères et 60 volts. Lorsque le régime normal du four était établi, et que la chaux commençait à distiller, ce qui demandait deux à trois minutes au plus, on avançait lentement la tige de fer; le métal approchait de l'arc, fondait, se carburait avec rapidité, puis la fonte en fusion tombait sous forme de sphères très régulières. Ces sphères incandescentes traversaient la couche d'eau et, en vertu de leur vitesse acquise, tombaient jusqu'au fond du mercure où elles étaient refroidies par conductibilité.

(¹) Moissan, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 288 (6 février 1893) et t. CXVIII, p. 320, 1894.

Une fois l'expérience en marche, elle se réglait avec la plus grande facilité, et il était possible, en quelques instants, de grenailler plusieurs kilogrammes de fonte de fer.

Lorsque l'on retirait cette masse de grenailles qui nageait entre l'eau et le mercure, on y rencontrait un certain nombre de sphères ou d'ellipsoïdes aplatis, de forme régulière et d'une homogénéité parfaite. Ils mesuraient 0,01 m au plus de diamètre, parfois 4 à 5 mm seulement; ils étaient mis de côté pour être attaqués par des acides, en suivant la méthode indiquée précédemment.

Les autres grenailles, de forme irrégulière, qui avaient roché, ou qui renfermaient des géodes plus ou moins grandes, permettant de les écraser facilement sous le marteau, n'étaient point traitées par des acides. Nous nous étions assuré, dès les premières expériences, qu'elles ne renfermaient point de carbones de grande densité, et que, soumises au traitement habituel, elles ne laissaient aucun résidu sous le microscope.

Toute cette fonte était suffisamment saturée de charbon, car elle renfermait du graphite que l'on pouvait voir dans les géodes de grenailles de mauvaise qualité.

Les sphérules de forme régulière nous ont fourni du diamant noir et du diamant transparent. Ce dernier corps était en cristaux très petits, ce qui n'a pas lieu de nous surprendre. Mais quelques-uns de ces cristaux présentaient une régularité remarquable; nous citerons, par exemple, un octaèdre, mesurant 0,016 mm dans sa plus grande longueur, qui tombait dans l'iodure de méthylène et qui, brûlé sur la nacelle de platine, a disparu en donnant de l'acide carbonique caractérisé par l'eau de baryte. Ces petits cristaux rayaient le rubis et possèdent l'éclat et l'aspect du diamant.

Grâce à l'obligeance de M. Guichard, ingénieur de la Société Edison, nous avons pu réaliser la même expérience sous une autre forme.

Le four électrique dont nous venons de parler a été disposé au-dessus d'un puits de 32 m au fond duquel se trouvait un seau de fer contenant l'eau et le mercure. Aussitôt que le four eut atteint sa température normale, nous avons fait avancer la barre de fer dans l'axe de l'électrode positive en ayant soin de produire la fusion d'une assez grande quantité de métal pour que la grenaille formée fût d'un diamètre un peu plus grand. On voyait alors des sphères de fonte en fusion atteignant de 0,02 à 0,03 m de diamètre qui tombaient verticalement en donnant de loin en loin une rare étincelle et qui disparaissaient sans bruit dans l'eau placée au fond du puits.

Au point de vue de la production du diamant, cette expérience a été mauvaise, car notre épaisseur de mercure était insuffisante pour une telle vitesse de chute et le métal fondu s'éparpillait en fragments de forme quelconque.

Mais deux choses sont à retenir dans cette expérience :

Lorsque l'une de ces sphères venait à toucher le bord du baquet au centre duquel était placé le seau métallique, ou qu'elle rencontrait le sol, elle produisait une flamme, se brisait en globules étincelants, en faisant entendre un bruit analogue à celui d'un coup de fusil. Cette sphère de métal paraissait saturée de gaz et éclatait comme un bolide.

Le deuxième fait qui nous a frappé est le suivant :

Au moment où la boule de métal quitte le four électrique, elle est d'un éclat éblouissant, mais, dans sa chute si rapide, elle n'a pas parcouru un espace de 0,50 m que déjà la vive lumière qu'elle projette a bien diminué. Une chambre pratiquée au fond du puits nous a permis de voir nettement les sphères au moment où elles arrivaient au contact de l'eau et, d'après leur couleur, nous pouvons dire que la température avait déjà considérablement changé.

Expériences faites dans des blocs métalliques. — Cette dernière étude nous a conduit à remplacer la limaille de fer par un bloc métallique. Un cylindre de fer de 0,18 m de longueur et de 0,14 m de largeur, a été préparé au tour. On a foré ensuite, dans son axe, une ouverture cylindrique de 3 cm de diamètre et d'une profondeur de 12 cm, dans laquelle pouvait glisser, à frottement doux, un cylindre du même métal.

Cet appareil a été disposé dans un baquet rempli d'eau froide. On a fondu alors, au four électrique, 400 gr de fer qui s'est saturé de carbone. Ce liquide a été coulé dans le bloc métallique que l'on a fermé rapidement au moyen du cylindre de fer.

Dans ces expériences, le refroidissement est très brusque. On enlève, au tour, tout le métal qui constitue le bloc et la masse de fonte que l'on trouve à l'intérieur est soumise aux traitements décrits plus haut.

Cet essai nous a donné de meilleurs résultats; le rendement, sans être très élevé, était supérieur à celui du métal grenaillé. Le diamant était accompagné d'un graphite en cristaux trapus d'une densité de 2,35. Quelques parcelles de diamant étaient bien cristallisées et d'une transparence parfaite, tandis que d'autres renfermaient des crapauds.

Pour augmenter encore la vitesse de refroidissement, nous avons répété la même expérience dans un bloc de cuivre, de mêmes dimensions. Le rendement en poids n'est pas plus élevé, seulement les diamants sont bien transparents et certains contiennent des crapauds. Ils ne sont pas accompagnés de fragments denses transparents et non combustibles.

Expérience faite au moyen de la gaine de feu. — Le phénomène de la gaine de feu a été découvert par MM. Fizeau et Foucault [1]; il fut étudié ensuite par M. Planté, puis par MM. Violle et Chassagny [1], et enfin MM. Hoho et Lagrange [2] ont cherché à l'appliquer dans l'industrie.

(1) Fizeau et Foucault, *Recherches sur l'intensité de la lumière émise par le charbon dans l'expérience de Davy* (*Ann. de chim. et de phys.*, 3e série, t. II, p. 283, 1844.

(1) Violle et Chassagny, *Société de physique*, 1889.

(2) Hoho et Lagrange, *Comptes rendus*, 13 mars 1893.

Ce phénomène, qui se produit lorsque l'on fait passer un courant trop intense dans un liquide conducteur, permet de porter le métal d'une électrode à son point de fusion.

Nous avons réalisé cette expérience sur un tube de fonte renfermant en son axe un cylindre de charbon, et nous avons recueilli des gouttes de métal liquide au sein de la solution de carbonate de soude qui servait d'électrolyte.

Les grenailles ainsi obtenues ont toujours été de forme irrégulière et incomplètement saturées de carbone; elles ne nous ont pas donné de bons résultats.

Endographie crânienne au moyen des rayons Röntgen. — Note de MM. Remy et Contremoulins, présentée par M. Marey. — Nous avons obtenu au laboratoire d'histologie de la Faculté de médecine, des épreuves d'endographie crânienne très supérieures, par leur netteté, à ce qui a été fait jusqu'ici. La supériorité de ces épreuves tient, d'une part, à l'emploi du dispositif imaginé par M. Collardeau; d'autre part, à l'éloignement de la source lumineuse.

M. Contremoulins a également obtenu, en déplaçant convenablement la source lumineuse, des images de squelettes d'animaux qui, disposées l'une à côté de l'autre et regardées en faisant converger les yeux, ont un grand relief stéréoscopique. Mais des résultats analogues ont été, paraît-il, déjà publiés en Italie.

REVUE DE LA PRESSE

A propos des induits en fer massif, par M. V. Dolivo-Dobrolowsky (Conférence faite à la *Société électrotechnique de Berlin*, le 2 juin 1896). — On se rappellera sans doute qu'en 1889 j'ai modifié la construction habituelle des induits en court circuit sur eux-mêmes et destinés aux moteurs à champ tournant, en créant une nouvelle forme de bobinage que l'on désigne depuis partout du nom de *cage d'écureuil*. Les différentes bobines, au lieu d'être fermées sur elles-mêmes, sont formées par une série de barres parallèles placées sur la périphérie de l'induit et reliées toutes ensemble de part et d'autre de cet induit par deux bagues métalliques. On ne peut donc plus parler ici de bobinage régulier, puisqu'un pareil induit peut être employé quel que soit le nombre des pôles du champ. Mais cette disposition se distingue tout d'abord par sa simplicité élémentaire, et le peu de frais que nécessite sa construction. On a prétendu à plusieurs reprises, et de différents côtés, qu'un bobinage semblable devait travailler d'une façon désavantageuse, et que les courants pouvaient parfaitement s'influencer les uns les autres en réduisant les effets. L'expérience a cependant démontré l'exactitude de mes idées, car plusieurs centaines de moteurs ayant de ces induits se sont toujours très bien comportés et ne le cèdent en rien au point de vue du rendement, du décalage de la phase et du couple de démarrage aux meilleurs induits sur lesquels on a placé des bobinages compliqués.

Ces induits en cage d'écureuil présentent encore deux autres avantages qui contribuent à diminuer les frais d'établissement; il n'est d'abord pas nécessaire d'isoler les barres conductrices de la masse, et deuxièmement il est inutile d'en lameller le fer.

J'en ai du reste déjà parlé en 1889 dans mon brevet; et l'*Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft* en a du reste construit plusieurs dans lesquels l'induit était massif et les barres non isolées. La préoccupation de diminuer l'entrefer en plaçant les barres d'induit dans des trous a été la cause qui nous a fait abandonner momentanément ce mode de construction. En réalité, il est moins onéreux d'étamper des tôles, c'est-à-dire de lameller le fer, que de percer un grand nombre de trous qui traversent l'induit massif de part en part. Et comme les barres ont du jeu dans les trous, on a dû les isoler avec du papier pour réduire ce jeu et éviter les vibrations qui produisent surtout pendant le démarrage un bruit désagréable. Ces deux motifs n'ont du reste rien de commun avec le rendement; mais le bruit se répandit bientôt que les barres isolées et les induits lamellés étaient absolument nécessaires au bon fonctionnement. Il est regrettable de devoir dire qu'une maison étrangère ayant alors un intérêt à ce que mon invention soit limitée aux induits massifs et aux barres non isolées, appuyait et colportait ces bruits. Il est plus regrettable encore que toute une série de savants connus, qui, n'ayant jamais eu l'occasion de connaître la vérité et de résoudre scientifiquement la question par des calculs et des essais, se laissèrent entraîner à déclarer simplement que les induits massifs à barres non isolées étaient inapplicables à l'industrie. Cette déclaration fut faite entre autres par des experts dans un rapport destiné au tribunal. C'est alors que je me décidai à m'opposer énergiquement à tous ces racontars.

M. le professeur docteur Kittler, de Darmstadt, qui fut mon professeur, me conseilla de faire des essais avec un moteur un peu grand, d'une puissance de 10 chevaux, par exemple, dans la carcasse inductrice duquel on pourrait placer alternativement deux induits, l'un lamellé et muni de barres isolées, l'autre massif avec des barres non isolées, et d'examiner par des mesures sérieuses leurs conditions de fonctionnement. L'*Allgemeine Electricitäts Gesellschaft* a suivi ce bon conseil. M. le professeur Kittler s'est réservé l'étude exacte de ces deux dispositifs : elle fera prochainement l'objet d'une publication. Les essais entrepris tant au laboratoire de notre usine que dans celui de l'Institut électrotechnique de Darmstadt, nous permettent d'affirmer qu'il n'y a presque pas de différence entre le fonctionnement de ces deux moteurs. L'essai au frein dans notre usine a donné avec l'induit lamellé un rendement de 82 pour 100 et avec

l'induit massif un rendement de 83 pour 100. Le couple de démarrage était le même dans les deux cas lorsque la tension aux bornes avait la même valeur. Cet effort était plus de trois fois supérieur à celui correspondant au couple en régime normal. La grandeur de l'angle de décalage est légèrement plus favorable avec l'induit lamellé qu'avec celui qui est massif; dans les deux cas on avait cependant cos φ plus grand que 0,8 pour la pleine charge. L'expérience a donc confirmé pleinement mes vues en prouvant que la division du fer et l'isolement des barres sont de peu d'importance. En m'occupant de la réalisation de l'induit massif qui a servi à nos essais, je suis arrivé à une construction qui procure de grandes facilités d'exécution et qui est si simple que je ne puis que regretter de n'avoir pas eu cette idée plus tôt; car je n'aurais plus eu aucun motif pour abandonner la construction des induits massifs, et la légende dont je parlais plus haut n'aurait pas pu prendre naissance. L'induit massif tel que nous l'exécutons aujourd'hui, est en fonte et ressemble par sa forme extérieure à une poulie à couronne épaisse, il est fretté sur son arbre ou emmanché à la presse hydraulique. La surface extérieure porte des fraisures rectangulaires parallèles à l'axe dans lesquelles viennent se loger des barres de cuivre reliées à chaque bout par une bague de court-circuit formant ainsi la cage d'écureil. Les entailles sont plus profondes que larges, et les barres qui s'y trouvent sont rivées et soudées sur deux bagues de court-circuit. La résistance de l'ensemble à la force centrifuge est suffisante pour que l'on puisse se dispenser de fretter les barres sur la périphérie de l'induit. C. B.

A propos de quelques difficultés survenues dans l'exploitation d'une station centrale. — L'*Electrical World*, de New-York, publie sous la signature de M. E. B. Newcomb une série d'observations curieuses et intéressantes.

Dans une grande fabrique de papier, on a remarqué que quelques lampes à incandescence, soumises à l'action de masses de papier et de courroies de transmission chargées fortement d'électricité statique, mouraient au bout de quelques heures. Afin d'étudier de plus près la question, on a promené quelques lampes d'essai tout près de ces masses de papier et de ces courroies. Les fils de charbon subissaient de tels ébranlements que plusieurs d'entre eux se brisèrent. Pour parer à cet inconvénient, les lampes furent munies d'anneaux en métal, desquels partaient comme des rayons une série de fils métalliques pointus. Ces anneaux furent ensuite reliés par un des conducteurs à l'un des pôles de la dynamo. Le but fut atteint de cette façon, les pointes écoulaient la charge statique et les lampes furent très bien protégées.

Quelque temps après, un cas plus difficile se présentait : la même usine, comprenant 1500 lampes à incandescence, se servit pendant longtemps pour les alimenter de courant continu, mais remplaça plus tard ce courant continu par du courant alternatif. On installa en conséquence deux alternateurs pouvant alimenter chacun 1000 lampes, et dont l'un fut toujours en pleine charge, tandis que l'autre faisait le reste de la puissance. Les transformateurs étaient tous placés dans une même salle, et les conducteurs primaires et secondaires étaient suspendus parallèlement sur des isolateurs.

Aussitôt après la mise en marche, on s'aperçut que certains groupes de lampes éloignées donnaient une lumière très variable, et les oscillations ressemblaient beaucoup à celles que causent les courroies des génératrices quand elles ne sont pas assez tendues ou qu'elles sont mal attachées. Il était du reste évident que la cause n'en devait pas être cherchée dans cette direction, puisque quelques groupes seulement présentaient cette particularité.

Quand une seule des machines était en service, ou quand l'une d'elles travaillait de concert avec la vieille dynamo à courant continu, ce désagrément disparaissait, et quand les deux alternateurs étaient en marche, ces oscillations dans la lumière ne se produisaient que dans des groupes de lampes branchés sur le réseau secondaire de l'usine, et non pas sur ceux reliés aux réseaux extérieurs. Ce phénomène ne pouvait être attribué qu'à des effets d'induction dans les conducteurs secondaires, car les lampes alimentées par la canalisation primaire fonctionnaient parfaitement. On devait l'admettre d'autant plus que la fréquence de ces oscillations se montra indépendante de la vitesse relative des deux alternateurs. En

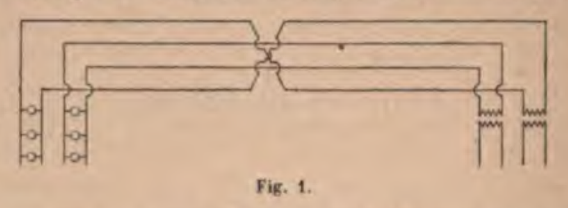


Fig. 1.

conséquence, on résolut de croiser à peu près vers leur milieu les conducteurs d'un des systèmes, comme l'indique la figure 1, et l'inconvénient disparut aussitôt.

Un phénomène semblable se produisit aussi dans un des circuits primaires. Quelques lampes très distantes des alternateurs étaient alimentées directement par les deux machines. Les quatre conducteurs placés parallèlement sur des supports horizontaux furent chargés de façon à ce que les conducteurs intérieurs transmettaient un courant de 50 ampères, tandis que les deux extrêmes n'étaient parcourus que par un courant beaucoup plus faible. Les consommateurs branchés sur les fils extérieurs se plaignirent bientôt de l'instabilité de leur lumière. Après avoir croisé les fils extérieurs vers leur milieu, l'inconvénient disparut et l'on ne put plus observer aucune oscillation.

L'auteur décrit les modes de distribution et de connection, en rappelant que le système actuel par courant alternatif a remplacé une distribution à trois fils à courant continu, et qu'à la suite des commodités que présente le nouveau système par la facilité avec laquelle on trans-

forme la tension suivant les besoins, il n'aura recours qu'au courant alternatif pour effectuer l'agrandissement projeté du réseau. Actuellement l'usine alimente des lampes qui sont distantes de 9 à 10 km de la station; on a intercalé à cet effet de petits transformateurs dont l'enroulement secondaire est en série sur la ligne comme l'indique la figure 2. Ce même principe a été appliqué

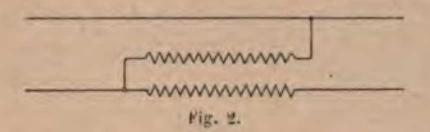


Fig. 2.

dans le régulateur de Stillwell au moyen duquel on peut varier la longueur de la bobine secondaire et changer le sens du courant de la bobine primaire. Cet appareil permet en effet de varier sans aucune secousse appréciable la tension de 20 pour 100 en plus ou en moins de la valeur normale; il permet donc une variation totale de 40 pour 100. C'est au moyen de cet instrument qu'il est possible d'alimenter des mêmes barres de distribution et en même temps un centre rapproché avec 1100 volts par exemple et un autre plus éloigné avec 2200 volts.

Ce système a été essayé d'une façon pratique dans l'installation dont nous parlions plus haut. Dans la fabrique de papier les lampes sont alimentées à une tension normale de 120 volts, tandis que celles de la station sont alimentées sous 108 volts seulement. Deux transformateurs complémentaires dont le rapport de transformation de l'un est de 1000 : 100 et celui de l'autre de 1000 : 50 furent disposés comme l'indique la figure 3. La tension

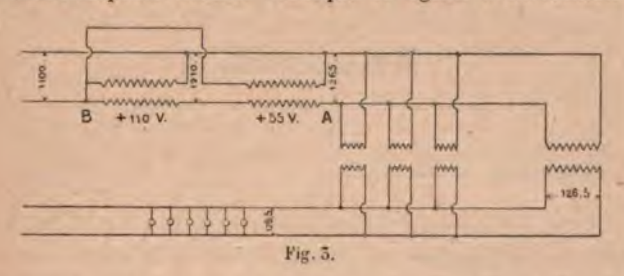


Fig. 3.

initiale de 1100 volts fut augmentée de 110 volts par l'un d'eux et de 55 volts par l'autre, de façon à obtenir une tension totale de 1265 volts qui, transformée dans le rapport de 10 à 1, donnait 126,5 volts au tableau de distribution de la fabrique de papier. Si l'on avait placé les bobines primaires des transformateurs complémentaires en A au lieu de les intercaler en B, on aurait obtenu une tension finale de 1294 volts qui se compose comme suit :

$$1100 + 129,4 + 64,7 = 1294,1 \text{ volts.}$$

Un changement serait encore possible, si l'on intercalait de petits transformateurs pour faire varier les courants primaires des transformateurs complémentaires, ou si l'on mettait en série les bobines primaires.

La figure 4 montre comment il serait possible de transformer un réseau sous 2200 volts en un réseau sous 3300 volts.

Il y a longtemps que l'on emploie des génératrices à courant continu reliées en parallèle, et des génératrices pour distribution par trois fils reliées en série, les

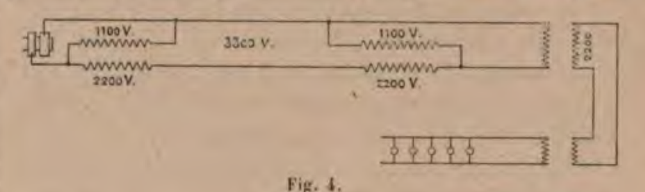


Fig. 4.

moteurs eux-mêmes sont reliés fréquemment soit en parallèle, soit en série. Mais une distribution telle qu'elle existe ici (fig. 5) se voit rarement. Cette disposition a été

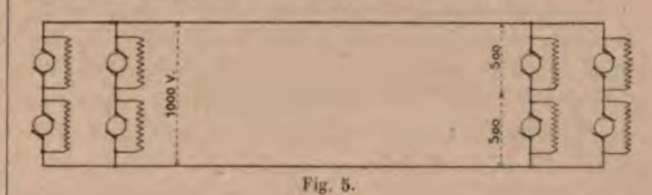


Fig. 5.

choisie pour éviter la possibilité d'actions réciproques. Les machines dynamos sont excitées en dérivation, chacune donnant 500 volts aux bornes, la tension de la ligne est alors de 1000 volts. Des rhéostats de champ permettent de régler la puissance de chaque dynamo. Il n'y a pas de rhéostats de démarrage, car les moteurs peuvent être amenés à la vitesse correspondante avant que les interrupteurs soient fermés. On répartit la charge au moyen des régulateurs de champ. C. B.

BIBLIOGRAPHIE

La Dynamo, par C. C. Hawkins et F. Wallis, traduction et adaptation de l'anglais par E. Boistel. — Collection de la Bibliothèque électrotechnique (n° 7). — Librairie Industrielle *J. Fritsch*, Paris, 2 volumes de 400 pages avec 190 figures dans le texte. Prix, 15 fr.

En ce temps d'activité fiévreuse où chacun lit peu parce qu'il a trop à lire, il est nécessaire d'appeler particulièrement l'attention sur les ouvrages écrits avec soin, largement documentés, d'un style facile, clair et correct. Tel est le cas de l'adaption française de *La Dynamo* de MM. Hawkins et Wallis, par M. E. Boistel. La traduction littérale n'eût certainement pas rencontré le même accueil : la manière dont est présenté un ouvrage influe beaucoup sur son succès; or nos lecteurs savent combien est rigoureux pour les autres comme pour lui-même M. Boistel et la façon agréable avec laquelle il présente les choses les plus indigestes. Depuis plusieurs mois nous nous proposions d'écrire cette bibliographie, mais nos occupations ne nous avaient pas permis de lire avec continuité les deux volumes que forme cet ouvrage. Nous avons tenu cepen-

dant à le faire avant les vacances afin que chacun puisse se les procurer et employer utilement ses loisirs à leur lecture.

Si ce n'est un très important traité et de petites monographies, nous n'avions pas en France d'ouvrages consacrés spécialement à l'étude de « la dynamo » ; à l'étranger, au contraire, ils sont nombreux et celui de MM. Hawkins et Wallis nous paraît être des meilleurs.

L'ouvrage est divisé en 2 volumes qui se complètent mutuellement : le premier est consacré à l'« étude physique et mécanique », le second aux « calculs et construction » de la dynamo. Leur ensemble forme un tout homogène et bien enchaîné.

Après avoir rappelé les définitions, principes généraux et grandeurs physiques dont ils feront usage, les auteurs examinent dans le second chapitre le champ magnétique, et dans le troisième le circuit magnétique et les équations qui s'y rattachent. Le quatrième est consacré à la production de la force électromotrice par un champ uniforme ou variable dans un conducteur de forme et de largeur quelconques.

A l'étude du développement de la force électromotrice succèdent la mesure de cette force électromotrice et de la puissance engendrée, l'effort exercé sur les conducteurs d'une dynamo et la limite de puissance d'une dynamo.

Le chapitre VI est un exposé du rôle joué par la self-induction dans les dynamos. Les auteurs se sont étendus assez longuement sur cette question, mais pas encore assez à notre avis ; nous aurions aimé à trouver une étude complète de cette importante question et voir par des exemples numériques le rôle joué par la self-induction dans les dynamos à courants continus et alternatifs. Le chapitre VII ne présente pas de particularités : il traite de la classification, toujours fastidieuse, des dynamos. Les chapitres VIII et IX, très intéressants au contraire, sont relatifs aux alternateurs uni-, bi- et multipolaires. L'introduction de la notion du « pas », comme en mécanique, désignant la distance qui sépare les milieux de deux pièces polaires suivant une ligne fixe dite « ligne du pas », apporte une certaine clarté à l'étude des alternateurs. Après une vingtaine de pages sur les induits ouverts si peu employés chez nous, nous arrivons aux induits fermés qui sont bien développés. Enfin les trois derniers chapitres du premier volume sont consacrés à l'étude du fer et au rôle qu'il joue dans les inducteurs et les induits. Cette importante partie a été traitée avec tout le soin qu'elle méritait.

Le second volume est, comme nous l'avons dit en commençant, l'application des principes théoriques exposés dans le premier.

Le premier chapitre (XV) est relatif au calcul de l'excitation et le suivant aux différents modes d'enroulement du fil d'excitation. Nous trouvons ensuite quelques bons développements, notamment sur les étincelles et le calage des balais (ch. XVII) et l'échauffement des dynamos (ch. XVIII) qui peuvent être lus avec soin.

Le chapitre XIX est une description assez détaillée de dynamos typiques. Tous les types, à part de rares exceptions, sont anglais : ceci tient probablement à la nationalité des auteurs et aussi à la grande difficulté qu'ils ont dû éprouver à avoir des renseignements détaillés de nos constructeurs français. Mais cela n'est pas un mal, car les types choisis sont de bonne marque et les chiffres multiples accompagnant ces descriptions peuvent être utiles pour nous.

L'étude théorique et pratique étant achevée, les auteurs terminent leur ouvrage par l'étude de la construction d'une dynamo et quelques bonnes considérations sur le fonctionnement et la surveillance des dynamos.

Comme on peut s'en rendre compte par cet exposé, *La Dynamo* de MM. Hawkins et Wallis est étudiée avec soin dans tous ses points. La lecture de cet ouvrage sera donc très profitable à ceux qui connaissent peu ou imparfaitement la dynamo et à tous ceux qui ont charge de sa construction ou de sa conduite.

L'édition française constitue un des solides documents de la « Bibliothèque électrotechnique ». L'impression en est bonne, sans être luxeuse cependant, les titres et sous-titres nombreux et bien apparents ; la table des matières et l'index alphabétique rendent les recherches faciles ; mais il est regrettable qu'on n'ait pas regravé les figures pour en changer les lettres non conformes aux C.G.S. auxquelles réfèrent des *nota* au-dessous des diagrammes. Nous faisons des vœux pour qu'il y soit remédié dans la prochaine édition.

GASTON ROUX.

JURISPRUDENCE

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE ET LA PUISSANCE PATERNELLE

Voici un singulier petit procès jugé le 18 juin 1896 par la 7e chambre du tribunal civil de la Seine. C'est l'éclairage électrique qui l'a provoqué. Il est donc tout naturel que nous en parlions.

Au mois de janvier de la présente année, M. Radiguet, ingénieur électricien-constructeur à Paris, s'entendit mander, un beau matin, par téléphone, à l'hôtel de B.... Il s'y rendit et, arrivé là, il fut conduit par le concierge dans la chambre du fils du prince de B..., jeune homme de dix-huit ans environ, qui le pria d'établir un devis d'installation d'éclairage électrique pour sa chambre.

M. Radiguet dressa le devis demandé et le soumit le 15 janvier au jeune de B.... Après vérification et discussion des chiffres, le prix de l'installation fut fixé à 1 100 fr, payables par versements mensuels de 125 fr. Puis les ouvriers de M. Radiguet, du 20 au 25 janvier, exécutèrent les travaux nécessaires. Certain jour même, ils se firent donner un coup de main par le menuisier habituel de la maison, que le concierge avait requis. Le précepteur et une des tantes du jeune homme assistèrent à l'in-

stallation et apprécièrent le bon fonctionnement des appareils de M. Radiguet.

Tout cela se passait pendant une absence du prince de B.... Celui-ci, de retour en son hôtel, jugea que M. Radiguet avait abusé de la passion de son fils mineur pour l'éclairage électrique. Il lui fit sommation d'avoir à enlever ses appareils et, sur son refus, sollicita judiciairement la nomination d'un séquestre pour les conserver jusqu'à la solution du procès qu'il engagea. M. Radiguet, étonné de cette tempête ainsi déchaînée dans un verre d'eau, réclama au père courroucé le prix de ses fournitures. Celui-ci répondit que, ne lui ayant rien commandé, il ne lui devait rien.

C'est sur ces faits que le tribunal avait à statuer. Pour comprendre sa décision, il faut se rappeler que l'article 1305 du Code civil autorise la rescision des conventions faites par le mineur non émancipé lorsque ces conventions ont été pour lui la cause d'une lésion quelconque.

Le jugement s'exprime ainsi :

Le Tribunal....

Sur la demande principale :

Attendu qu'il est constant que le prince de B.... est resté absolument étranger à la commande dont le prix est réclamé et qu'on ne saurait voir dans l'attitude de son concierge préposé à la garde de son hôtel, et dont il serait responsable, une faute pouvant motiver une condamnation contre lui *personnellement*;

Sur la demande subsidiaire :

Attendu qu'aux termes de l'article 1305 du Code civil, la lésion seule donne lieu à rescision en faveur du mineur non émancipé contre toutes sortes de conventions;

Attendu, dans l'espèce, que rien ne prouve qu'il y ait eu lésion; qu'on n'articule même pas que le prix du devis, accepté à 1100 francs, fût excessif ou qu'il y ait eu malfaçon; qu'on ne saurait non plus considérer comme inutile une installation d'éclairage électrique, alors que ce système d'éclairage est adopté dans la plupart des constructions modernes à Paris, spécialement dans celles destinées à des habitations d'un prix élevé;

Attendu que vainement le prince de B..., pour repousser la demande formée contre lui *en sa qualité d'administrateur de la personne et des biens* de son fils mineur, soutient que, du moment qu'il s'oppose, ainsi qu'il en a le droit, à une telle installation dans son immeuble, le contrat intervenu entre son fils et le demandeur ne saurait recevoir son exécution; que, dès lors, la rescision s'impose pour cause de lésion;

Attendu qu'on ne saurait considérer comme indéfiniment inutilisables les objets purement mobiliers et facilement transportables ayant fait l'objet de la convention et qui resteront à la disposition de l'acquéreur;

Attendu, enfin, que toutes les circonstances dans lesquelles la commande a été acceptée et le travail exécuté démontrent la bonne foi de l'entrepreneur;

Qu'il échet, dès lors, de faire droit à la demande subsidiaire;

Attendu, toutefois, qu'il n'est pas établi que le jeune de B..., qui avait traité au prix à forfait de 1100 francs, ait consenti une augmentation de 46 francs;

Par ces motifs :

Déclare Radiguet mal fondé en sa demande contre le prince A. de B.... (*personnellement*), l'en déboute ;

Le déclare bien fondé en sa demande contre le prince A. de B... *en sa qualité d'administrateur de la personne et des biens* de son fils mineur Jacques de B...;

Condamne en conséquence le prince A. de B... au paiement de la somme de 1100 francs pour les causes susénoncées, aux intérêts de droit et aux dépens.

Moralité. — O pères ! ô mères ! qui avez des fils de dix-huit ans, ne les empêchez pas de faire installer dans leurs chambres des appareils d'éclairage électrique pour le prix de 1100 fr, payable par versements mensuels de 125 fr; réjouissez-vous au contraire si, au printemps de la vie, ils ne commettent jamais d'autres péchés de jeunesse.

GUSTAVE PINTA,
Docteur en droit.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office ÉMILE BARRAULT, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

252 720. — **Osgood** et **Duncan**. — *Perfectionnements dans les télégraphes électriques* (24 décembre 1895).

252 660. — **Kolbe**. — *Moteur à courant alternatif monophasé* (21 décembre 1895).

252 618. — **Société anonyme pour la transmission de la Force par l'électricité**. — *Régulateur de tension pour courants alternatifs système Hutin et Leblanc* (19 décembre 1895).

252 623. — **Von Siemens**. — *Appareil de mise en marche pour moteurs mono et polyphasés* (20 décembre 1895).

252 675. — **Epstein**. — *Perfectionnement dans les batteries voltaïques secondaires* (21 décembre 1895).

252 732. — **Nisbett**. — *Perfectionnement aux boîtes de jonction employées dans les installations électriques desservies au moyen de câbles recouverts de plomb* (24 décembre 1895).

252 659. — **Pollak**. — *Appareil électrolytique conservateur, trieur et transformateur du sens des courants* (21 décembre 1895).

252 692. — **Barbi**. — *Système de lampe électrique* (23 décembre 1895).

252 716. — **Hacking** et **Brand**. — *Perfectionnement aux interrupteurs électriques pour lampes* (24 décembre 1895).

252 738. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston**. — *Perfectionnements apportés aux parafoudres* (26 décembre 1895).

252 802. — **Florea** et **Olteanu**. — *Système électrique pour empêcher la collision entre des trains de chemin de fer* (28 décembre 1895).

252 899. — **Dixon**. — *Perfectionnements apportés aux signaux de chemins de fer du Block-System* (31 décembre 1895).

252 841. — **Boucherot**. — *Moteur à courants alternatifs simples ou polyphasés* (30 décembre 1895).

252 857. — **Farcot**. — *Nouvelle disposition de machine dynamo* (30 décembre 1895).

252 864. — **Société en commandite de l'Usine électro-technique Neva**. — *Système perfectionné d'accumulation électrique* (30 décembre 1895).

252 905. — **Van der Smissen**. — *Élément d'accumulateur électrique* (31 décembre 1895).

252829. — **Rappin.** — *Appareil dénommé l'électroposte, destiné à opérer le transport des correspondances dans le service des postes ou en dehors de ce service au transport des paquets ou autres objets dans les entreprises publiques ou privées* (31 décembre 1895).

252761. — **De Meritens.** — *Nouvelle lampe électrique à incandescence* (27 décembre 1895).

252845. — **Société A. Lemire et Cie.** — *Lampe à incandescence par l'électricité* (30 décembre 1895).

247292. — **Société G. Aboilard** et **Cie.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 10 mai 1896, pour nouveau système d'annonciateur à signaux visibles pour commutateurs électriques* (15 novembre 1895).

243397. — **Villon.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 5 décembre 1894, pour interrupteur-compteur d'électricité* (20 novembre 1895).

246832. — **Jacquemier.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 10 avril 1895, pour de nouveaux appareils de mesure applicables spécialement pour l'électricité* (20 novembre 1895).

246887. — **Le Goaziou.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 25 avril 1895, pour microphones et relais téléphoniques* (11 décembre 1895).

242768. — **Société Roux** et **Combaluzier.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 10 novembre 1894, pour ascenseurs électriques* (15 décembre 1895).

248441. — **Brault** et **Jeantaud.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 25 juin 1895) pour le réglage de la vitesse des véhicules électriques sur rails ou sur routes* (11 janvier 1895).

247510. — **Ageron.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 18 mai 1895, conjointement avec M. Maron, pour système électrique d'éclairage des vélocipèdes et véhicules roulants* (7 janvier 1896).

241755. — **Société Lacarrière Delatour et Cie.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 1er octobre 1894, pour chandelier à gaz avec allumage par l'électricité* (14 janvier 1896).

219171. — **Piat.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 5 février 1892, pour perfectionnements aux machines à river mues par l'électricité pouvant aussi cisailler, poinçonner*, etc. (20 janvier 1896).

249851. — **Amans.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 24 août 1895, pour perfectionnements aux phonographes* (3 février 1896).

244781. — **Blaise.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 31 janvier 1895, pour système de pile à circulation des liquides* (31 janvier 1896).

250286. — **Dannert, Windolff** et **Zacharias.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 14 septembre 1895, pour un accumulateur électrique* (1er février 1896).

257166. — **Société française d'exploitation des procédés Hermite.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 23 mars 1894, pour système de fabrication d'une solution électrolysée désinfectante dans chaque maison et au fur et à mesure des besoins* (17 février 1896).

222981. — **Eck.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 13 juillet 1892, pour lampe à arc électrique* (27 février 1896).

244624. — **Zigang.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 25 juin 1895, pour sonnerie magnéto-électrique réversible* (29 février 1896).

245985. — **Société G. Abolard** et **Cie.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 20 mars 1895, pour réseau téléphonique à source d'électricité centrale* (3 mars 1896).

244158. — **De Schrynmakers de Dormael.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 7 janvier 1895, pour nouvelle disposition d'accumulateur électrique et applicable à tous les systèmes* (3 mars 1896).

250854. — **Peyrusson.** — *Certificat d'addition au brevet pris le 14 octobre 1895, pour perfectionnements aux appareils et procédés d'électrolyse* (3 mars 1896).

253078. — **Darley.** — *Perfectionnements dans les chemins de fer électriques* (9 janvier 1896).

252918. — **Kamm.** — *Perfectionnements aux appareils télégraphiques imprimeurs* (2 janvier 1896).

253028. — **Société The New Phonophone Telephone Co Limited.** — *Perfectionnements dans les appareils téléphoniques et télégraphiques combinés* (7 janvier 1896).

253045. — **Von Siemens.** — *Appareil destiné à remonter automatiquement les appareils Hughes au moyen de l'air comprimé ou par le vide* (8 janvier 1896).

252917. — **Gülcher.** — *Perfectionnements apportés aux accumulateurs* (2 janvier 1896).

252928. — **De Digoine.** — *Perfectionnements apportés aux accumulateurs électriques* (3 janvier 1896).

252982. — **Schneider.** — *Procédé pour lier la masse active d'accumulateurs électriques* (6 janvier 1896).

252984. — **Compagnie de l'Industrie électrique.** — *Appareil pour la transformation d'un courant continu d'intensité constante en un courant de potentiel constant* (6 janvier 1896).

253022. — **Leitner.** — *Perfectionnements aux accumulateurs électriques* (7 janvier 1896).

253035. — **Stevens** et **Puttaert.** — *Nouveau système de pile électrique dite pile Stevens* (7 janvier 1896).

253094. — **Wenk.** — *Système d'armature de forme étoilée pour moteurs électriques* (10 janvier 1896).

252987. — **Nisbett.** — *Perfectionnements apportés à la fabrication des câbles isolés* (6 janvier 1896).

252997. — **Hummel.** — *Compteur-moteur pour courant alternatif* (6 janvier 1896).

252914. — **Lea.** — *Perfectionnements aux supports pour lampes à incandescence* (2 janvier 1896).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Société anonyme d'Exploitation des procédés électriques Walcker. — Elle a pour fondateur M. Maurice Chaudoir, demeurant à Paris, 73, avenue des Champs-Élysées. Elle a pour objet :

1° La représentation commerciale de la Société : la *Manufacturing Walker Company* et l'exploitation de ses procédés, appareils, applications et accessoires électriques ;

2° La reprise par la Société de tous contrats et traités ayant pu intervenir entre la *Manufacturing Walker Company* et les tiers, l'exécution de ces contrats et traités avec leurs charges et bénéfices ;

3° La construction et l'installation de lignes de tramways ou tout autre moyen de transport en commun par traction électrique ;

4° La substitution aux droits de précédents concessionnaires

ou l'obtention directe de concessions de lignes de transports en commun par traction électrique;

5° La participation dans le capital d'exploitation de lignes de tramways ou autres moyens de transports en commun par traction électrique;

6° La construction et l'installation de transports de force et de distribution d'énergie;

7° Les contrats de traction à faire avec les compagnies de tramways existantes, généralement toutes opérations, tous traités, tous travaux relatifs aux objets ci-dessus spécifiés.

Son siège est à Paris, 6, rue Boudreau.

La durée de la Société est fixée à 30 années à partir du jour de sa constitution définitive, sauf les cas de dissolution.

Toutefois cette durée ne sera que de 10 ans ou de 20 ans si le conseil d'administration juge à propos de la faire cesser, dans le cas où cesserait l'effet des contrats avec la Société la *Manufacturing Walker Company*, par suite de résiliation, défaut de renouvellement ou autres causes.

La durée pourra être prorogée par décision de l'assemblée générale extraordinaire.

Le capital social est fixé à 600 000 fr divisé en 1200 actions de 500 fr chacune à souscrire en espèces; ces titres pourront être divisés en coupures de 100 fr.

Il pourra être augmenté pour cause d'apport ou d'accroissement du capital; il pourra être réduit en vertu de décisions de l'assemblée générale extraordinaire.

La Société est administrée par un conseil comprenant 3 membres au moins et 7 membres au plus, nommés pour une durée de 5 ans.

Le renouvellement du conseil se fera de telle sorte que ce renouvellement soit complet dans la période de 5 ans et que l'époque de sortie ne soit pas anticipée autrement que pour la nécessité du roulement.

Ce roulement établi, le renouvellement aura lieu par ancienneté de nomination.

Le sort fixera l'ordre de sortie pour les premiers membres.

Chaque administrateur doit être propriétaire de 20 actions qui seront inaliénables pendant la durée de ses fonctions, frappées d'un timbre indiquant leur inaliénabilité, et déposées dans la caisse sociale.

Ces actions sont affectées à la garantie des actes des administrateurs.

L'assemblée générale se compose de tous les actionnaires propriétaires d'au moins 10 actions : tous propriétaires d'un nombre d'actions inférieur à 10 pourront se réunir pour former le nombre nécessaire et se faire représenter par l'un d'eux.

Chaque membre de l'assemblée a autant de voix qu'il possède de fois 10 actions avec maximum de 100 voix.

L'année sociale commence le 1er janvier et finit le 31 décembre.

Le premier exercice comprendra le temps à courir depuis le jour de la constitution définitive de la Société jusqu'au 31 décembre 1896.

Il est en outre établi, chaque année, un inventaire contenant l'indication des valeurs mobilières et de toutes les dettes actives et passives de la Société.

Dans chacun de ces inventaires on fera figurer aux frais généraux telles sommes qui seront nécessaires pour amortir la valeur des contrats qui seront acquis pour la représentation, but de cette Société, et ces sommes seront fixées de sorte qu'à l'expiration de la durée des contrats, les sommes déboursées se trouvent intégralement amorties.

Les produits, déduction faite de tous frais, charges et amortissements, constituent les bénéfices et le montant en est réparti comme suit :

5 pour 100 pour la réserve légale.

Ce prélèvement opéré, il sera prélevé encore :

5 pour 100 au profit du Conseil d'administration pour être réparti entre ses membres.

Somme suffisante pour donner aux actionnaires un intérêt annuel de 6 pour 100 sur le capital nominal de leurs titres.

Enfin le surplus des bénéfices pourra être, suivant la décision de l'assemblée générale, soit attribué entièrement aux actionnaires à titre de dividende, soit pour partie seulement et le surplus affecté à la constitution de nouveaux fonds de réserve.

Le conseil d'administration aura le droit de distribuer en cours d'exercice un acompte sur les bénéfices, mais seulement s'il y a des réserves suffisantes en outre de la réserve légale.

L'assemblée générale aura la faculté de modifier les répartitions ci-dessus indiquées.

Le conseil d'administration comprend : MM. Joseph Laveissière, Maurice Chaudoir, Henri Renard.

M. de Mas de Latrie est nommé commissaire des comptes pour le premier exercice.

Pimbel et Cie. — M. François-Juste Ogier, ingénieur, demeurant à Paris, 14, rue Constance, et M. François-Alphonse Pimbel, demeurant à Paris, 147, boulevard Magenta, ont formé entre eux une Société en nom collectif pour la création et l'exploitation d'un établissement industriel et commercial destiné à la production de l'énergie électrique et à ses applications à l'éclairage et au transport de la force — ainsi qu'à la fabrication et à la vente du matériel et fournitures — et à toutes opérations généralement quelconques pour fournitures, appareillages, canalisations et installations électriques.

La raison sociale et la signature sont : *Pimbel et Cie*.

Le siège social est à Paris, 52, rue de Dunkerque.

Le capital de la Société est de 25 000 fr et la durée du pacte a été fixé à 10 années.

INFORMATIONS

Société électro-métallurgique française à Froges. — Le Conseil a décidé l'aménagement d'une des chutes de 10 000 chevaux possédées par la Société, et l'agrandissement de l'usine de la Praz.

Cette mesure est la conséquence de l'abaissement du prix de l'aluminium, d'où résulte la nécessité d'augmenter la production.

En conséquence, deux appels de fonds, de 125 fr chacun, sont à prévoir : l'un dans le cours du premier semestre 1897, l'autre dans le cours du second.

Usine municipale d'Électricité à Francfort-sur-le-Mein. — Le rapport sur le premier exercice vient d'être publié : il comprend une période de quinze mois, du 1er janvier 1895 au 31 mars 1896; c'est à cette dernière date qu'est arrêté l'exercice budgétaire de la Ville.

La distribution est faite par courants alternatifs, et la machinerie comprend :

Chaudières, au début 8, actuellement 12, représentant une surface de chauffe de 1052 m².

Machines à vapeur de 750 chevaux : au début 3, actuellement 4.

Alternateurs de 550 kw : au début 3, actuellement 4.

Depuis la mise en marche du quatrième groupe, la puissance de la station s'est trouvée portée à 3000 chevaux.

Transformateurs dans des puits : au début 93, actuellement 138.

Au 31 mars dernier, les feeders présentaient un développement de 14 393 m; les circuits primaires et les circuits secondaires de distribution avaient respectivement 31 296 m et 43 701 m de longueur.

L'ensemble du réseau présentait ainsi un développement total de 89 390 m et utilisait un poids de cuivre de 120 462 kgr.

La capacité des circuits primaires équivalait à 56 000 lampes de 16 bougies brûlant simultanément et celle des circuits secondaires à 46 000 lampes du même type.

La station desservait au 31 mars :

71 moteurs représentant 62,155 chevaux et 32 811 lampes de 16 bougies.

Les moteurs étaient répartis comme suit, d'après leur destination :

Appareils élévatoires	9	moteurs représentant	63,5	chevaux.
Boulangeries	2	—	4	—
Fabrique de cartonnage	1	—	2	—
Soufflerie	1	—	2	—
Fabriques de papier à cigarettes	1	—	0,75	—
Rôtissoires à café	4	—	14,9	—
Pressoirs	2	—	9,5	—
Fabrique de bouchons	1	—	2,5	—
Ventilateurs	3	—	10,5	—
Imprimeries	7	—	68,5	—
Chaudronnerie	1	—	2	—
Fabrique de lampes	1	—	15	—
Grue roulante	1	—	13	—
Électrolyse	9	—	184,9	—
Moulin à tan	1	—	6	—
Mécaniciens	4	—	15	—
Boucherie	5	—	10	—
Pompes	1	—	2	—
Ébénisterie	1	—	3,5	—
Service postal pneumatique	1	—	6	—
Fabrique de papier à l'émeri	6	—	161	—
Fabrique de chaussures	3	—	10,5	—
Fabrique de glaces	5	—	13,5	—

Ils utilisaient 61 compteurs spéciaux.

Le centre de consommation le plus éloigné est à 5 km de l'usine ; le nombre des branchements d'abonnés était de 469, et celui des abonnés avec transformateur particulier, de 17. Le service d'éclairage utilisait 657 compteurs.

Le tableau ci-dessous indique la répartition des lampes par catégorie d'abonnés :

NATURE D'ABONNÉ.	NOMBRE			TOTAL ÉVALUÉ EN LAMPES A INCANDESCENCE DE 16 B.
	DES ABONNÉS.	DES LAMPES A INCANDESCENCE DE 16 B.	DES LAMPES A ARC DE 10 A.	
Magasins	223	6 312	193	7 663
Appartements	150	10 840	2	10 854
Bureaux	53	3 505	5	3 540
Fabriques	22	1 950	108	2 706
Églises, musées	4	839	»	839
Hôpitaux	2	377	»	377
Hôtels, cafés	23	3 277	49	3 620
Bâtiments municipaux	4	878	6	926
Lieux de plaisir	3	1 214	5	1 249
Éclairage public	»	17	87	626
Éclairage de l'usine	»	137	40	417
TOTAL	484	29 346	495	32 811

Les frais de premier établissement au 31 mars 1896 s'établissaient comme suit :

Terrains	284 000 fr.
Station centrale	377 000
Laboratoire	7 500
Marchandises en magasin	25 000
Transformateurs	205 000
Puits pour transformateurs	120 000
Travaux pour canalisations	795 000
— branchements	31 000
Réfection de la voirie	268 000
Total	2 310 500 fr.

En ajoutant à ce chiffre les dépenses d'administration pendant le cours des travaux, 200 000 fr, on obtient un total de 2 510 500 fr des dépenses de premier établissement.

Pendant la période précitée de 15 mois, les dépenses et recettes ont été les suivantes :

Frais d'exploitation.

Charbon et bois	106 000 fr.
Huile	10 600
Eau	9 100
Divers	16 500
Appointements et salaires	126 500
Frais généraux	45 000
Location et amortissements	200 000
Total	513 700 fr.

Recettes.

Éclairage	580 000 fr.
Force	75 000
Divers	35 000
Location de compteurs	23 000
Total	713 000 fr.

Il est resté un excédent de bénéfices de 199 300 fr.

D'après le contrat entre la Société fermière et la ville, la première a prélevé tout d'abord une somme de 50 000 fr pour frais d'administration ; il a ensuite été prélevé la somme nécessaire à constituer un fonds de réserve, et le solde 75 000 fr a été partagé entre les deux parties.

Compagnie des Tramways électriques de Paris à Romainville. — Voici les recettes pour la première quinzaine de juillet :

1er juillet	1107,90 fr.
2 —	1326,80
3 —	1178,85
4 —	1400,30
5 —	2363,25
6 —	1593,60
7 —	1424,20
8 —	1290,80
9 —	1548,55
10 —	1228,85
11 —	1324,80
12 —	2112,75
13 —	1794,85
14 —	1539,55
15 —	1685,15

L'Industrie électrique au Transvaal. — De grands progrès ont été réalisés depuis deux ans, et après avoir demandé à l'énergie électrique d'assurer l'éclairage des villes, puis des mines, on s'occupe actuellement à l'asservir à la manœuvre d'appareils de toute nature.

A *Brackpan*, on édifie actuellement une grande station centrale pour distribuer l'énergie électrique sur la ligne des mines, soit sur 45 km de longueur.

Mais il faut tenir compte de ce que la plupart des exploitations minières ont un matériel électrique affecté à l'éclairage des bâtiments des pilons et des chantiers à ciel ouvert.

A la mine *Princess Roodepoort*, l'électricité est appliquée à la manœuvre des monte-charges qui amènent le minerai abattu du fonds des puits à la surface du sol. Chaque monte-charge est muni d'une réceptrice développant 45 chevaux à 225 volts : les pompes qui amènent des réservoirs l'eau nécessaire au traitement du minerai sont couplées par deux et actionnées par deux réceptrices de 60 chevaux chacune à 450 volts.

Dans quelques mines, les broyeurs sont commandés par des moteurs électriques.

La mine *Simmer et Jack* va monter à Victoria une station de 3000 chevaux à courants polyphasés qui alimentera la mine précitée et ses filiales. L'électricité sera employée à l'éclairage, à la production de la force mécanique et à la traction pour conduire les trains de minerai.

Il est inutile d'ajouter que la plupart des installations existantes utilisent du matériel allemand.

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

33735. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus à Paris.

5e Année. — N° 112. 25 Aout 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. E. HOSPITALIER. 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

École d'application du Laboratoire central d'électricité. — Les examens de l'École d'application du Laboratoire central d'électricité viennent d'être terminés; les épreuves ont été les suivantes :

1. Projet de dynamo, corrigé par M. *Picou*, Ingénieur des Arts et manufactures;

2. Projet d'éclairage, corrigé par M. *Bochet*, chef du service des installations d'éclairage électrique à la maison Sautter, Harlé et Cie;

3. Cours de mesures et essais de machines. — Interrogations par M. *Loppé*, Ingénieur des Arts et manufactures, sous-inspecteur du service télégraphique à la Compagnie des chemins de fer de l'État, assisté par MM. *Violle*, maître des conférences à l'École normale, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, et M. *Sartiaux*, chef des services électriques de la Compagnie des Chemins de fer du Nord;

4. Cours d'applications. — Interrogations par *M. Janet*, chargé de cours à la Faculté des sciences de Paris, Directeur du Laboratoire central d'électricité, assisté par MM. *Sciama*, Directeur de la maison Breguet, Président de la Société internationale des électriciens, *Boucherot*, Ingénieur, chef du service électrique de la Société des Établissements Weyher et Richemond.

5. Conférences de M. Hillairet. — Interrogations par M. *Hillairet*, Ingénieur-constructeur, secrétaire général de la Société internationale des Électriciens, assisté par M. *Pellat*, professeur adjoint à la Faculté des sciences de Paris.

Les élèves dont les noms suivent ont obtenu le diplôme et ont été classés dans l'ordre suivant :

Letheule, 16. — Labour, 16. — Renou, 16. — Vaucheret, 15. — Pignier, 14. — Andry-Bourgeois, 13. — Goubaux, 13. — Choulet, 13. — Lolivier, 12.

Téléphonie à distance. — La téléphonie à distance fait toujours des progrès immenses. On annonce la mise en service de lignes téléphoniques entre Berlin et Neusalz, entre Berlin et Petersdorf dans les montagnes des Géants, entre Berlin et Sarstedt et entre Francfort et Stuttgart. J. L.

La station centrale municipale de Hanovre. — L'*Elektrotechnische Zeitschrift* publie les résultats d'exploitation de la station centrale municipale de Hanovre pour l'année 1894-1895.

Nous en extrairons quelques chiffres. Le charbon employé a été de l'anthracite de Westphalie d'une puissance calorifique de 7000 calories kg-degré par kg. On a obtenu en moyenne 7 à 8 kg de vapeur par kg de charbon. Un kilogramme de charbon a produit aux bornes des machines 5,26 hectowatts-heure en comptant le charbon pour l'allumage et 6,16 hwh sans le compter. La batterie d'accumulateurs d'une puissance de 5800 hw a fourni 32,6 pour 100 de l'énergie totale et a donné un rendement de 94 pour 100 en quantité et de 82,1 pour 100 en énergie. Pendant l'année le nombre des abonnés s'est élevé de 432 à 532, et la puissance installée de 9249 hw à 12801 hw. La quantité totale d'énergie électrique fournie dans l'année a été de 570572 kwh, dont 476108 kwh pour éclairage privé, 47761 kwh pour éclairage public, et 46702,9 pour usages divers. Le maximum de consommation pendant 24 heures a eu lieu le 24 décembre et s'est élevé à 4257 kwh; le minimum pendant 24 heures a été de 366 kwh le 15 juillet. Le maximum de consommation pendant 1 heure a eu lieu le 24 décembre vers 6 heures du soir et a été de 514 kwh. Un kilogramme de charbon brûlé à l'usine a donc permis d'obtenir 4,49 hwh utiles chez un abonné (charbon d'allumage compris) et 5,09 hwh (charbon d'allumage non compris. Le prix moyen de vente de l'hectowatt-heure a été de 7,1 centimes pour l'éclairage et de 2,96 centimes pour force motrice et divers.

J. L.

La traction électrique à Berlin. — Il est en ce moment fortement question à Berlin de la transformation des omnibus à chevaux en tramways électriques. Des pourparlers très sérieux sont engagés entre la municipalité et la Compagnie des omnibus. La concession serait, dit-on, prolongée jusqu'en 1919 et diverses autres conditions seraient également imposées. Le système adopté serait le fil aérien, mais partout où la municipalité le demanderait, on devrait employer le système mixte avec accumulateurs.

On a, en somme, présenté à Berlin les systèmes qui ont été proposés dernièrement au Conseil général de la Seine. Il semble donc que jusqu'ici ce soit la meilleure solution à adopter.

Pendant ce temps, la société Siemens et Halske vient de mettre en marche à Berlin la ligne de tramways Behrenstrasse-Treptow de 1,5 kilomètre de longueur. La canalisation est faite par le système souterrain de la Société. Les caniveaux ont été établis en béton d'après le modèle bien connu qui existe à Budapest depuis plusieurs années. Les fils sont maintenus par des isolateurs placés de distance en distance. Le fil de retour est également fixé dans le caniveau. Ce tramway est en marche depuis le 13 juillet 1896.

J. L.

L'induit en fer massif dans les moteurs à courants polyphasés. — Sous ce titre, M. Dolivo-Dobrowolsky a fait le 2 juin 1896 une fort intéressante communication à la Société des Ingénieurs électriciens de Berlin. Il a d'abord rappelé qu'au début, pour les moteurs à cage d'écureuil, les barres de cuivre étaient placées dans des trous spéciaux à la périphérie d'un cylindre formé de disques de fer superposés. Ces barres de cuivre devraient être entourées de papier, pour éviter des vibrations et par suite des bruits désagréables. Il s'était ainsi répandu la croyance que le fer devait être divisé et que les barres de cuivre devaient être isolées. Dernièrement le professeur Kittler, à Darmstadt, a entrepris des essais sur un moteur de 10 chevaux avec un induit lamellé et barres isolées et avec un induit massif à barres non isolées. Ces essais ont été suivis avec un grand intérêt par l'*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft* tant dans les laboratoires de Darmstadt que dans ses propres laboratoires. Il a été reconnu que le rendement électrique était de 82 pour 100 pour l'induit lamellé et de 83 pour 100 pour l'induit massif. Le couple moteur conservait la même valeur dans ces deux cas pour une même différence de potentiel. La différence de phase entre l'intensité et la différence de potentiel était plus faible avec l'induit lamellé; dans le cas de l'induit massif, $\cos \varphi$ atteignait 0,8 en pleine charge. M. Dolivo-Dobrowolsky a alors montré un induit de nouvelle construction et formé d'un anneau de fer massif avec trous resserrés dans le sens longitudinal à la périphérie. Des barres de cuivre nu étaient fixées dans ces trous et maintenues aux deux extrémités.

J. L.

Éclairage électrique et transmission de force motrice dans la ville de Kerskemet. — La ville de Kerskemet a adopté au mois d'avril 1896 les projets de la maison Ganz et Cie pour l'éclairage de la ville. La station centrale a été installée près de la gare et est en marche actuellement. Elle comprend 3 chaudières tubulaires Simonis et Lanz d'une surface de chauffe de 85,6 mètres carrés, et travaillant à la pression de 10 atmosphères. Les machines à vapeur, au nombre de 3, sont des machines compound, de 115 chevaux à 150 tours par minute. Elles actionnent par courroie des alternateurs Zipernowski de 2000 volts, pouvant travailler en parallèle. Actuellement 2 alternateurs seuls sont branchés sur les lignes de distribution; le troisième sert de réserve. Chaque alternateur possède une excitatrice spéciale montée sur le même bâti. Les feeders alimentent en ville des transformateurs qui effectuent la distribution à 110 volts. La puissance disponible permet d'alimenter 1100 lampes de 16 bougies brûlant en même temps. L'éclairage public des rues est assuré par 230 lampes à incandescence de 16 bougies et 12 lampes à arc de 12 ampères, montées sur des candélabres. Le théâtre est éclairé par 671 lampes de 16 bougies, 216 lampes de 32 bougies, 2 lampes à arc de 12 ampères pour les effets de scène. Il y a encore au théâtre 34 lampes de 10 bougies qui sont desservies par une batterie d'accumulateurs. La machine qui sert à la charge est actionnée par un moteur à courants alternatifs de 3 chevaux; un autre moteur de 2 chevaux sert à faire fonctionner une pompe qui puise l'eau pour remplir le réservoir de secours contre l'incendie.

J. L.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Allassac (Corrèze). — *Inauguration de l'éclairage.* — On nous écrit d'Allassac que l'éclairage électrique de cette ville (nos 85, 90, **1895**, p. 278 et 399) a été inauguré le 19 juillet dernier.

L'installation, qui fait le plus grand honneur à l'entrepreneur, M. Chaux, de Montignac, mérite une description sommaire.

L'usine génératrice est située à 3 kilomètres environ d'Allassac, au village du Saillant-Vieux, dans le fond d'une vallée splendide et au milieu d'un bouquet d'arbres séculaires où se trouve un moulin appartenant à M. le comte de Lasteyrie.

C'est ce moulin que M. Chaux a choisi comme centre de production de l'énergie électrique : à cet effet il a fait installer, à la place de la vieille roue à augets qui actionnait autrefois le moulin, une turbine système Hercule de 115 chevaux. A cette turbine est accouplée directement par un joint Raffard une dynamo auto-excitatrice à courant alternatif de 75 kilowatts pouvant débiter 25 ampères sous 3000 volts.

Cet alternateur, monté en triangle, fournit des courants triphasés qui sont dirigés sur Allassac par une ligne à trois fils en bronze silicieux de 3,5 millimètres de diamètre.

Cette ligne aboutit à la halle de la ville, dans le grenier de laquelle un transformateur de 30 kilowatts ramène la tension à 120 volts. Le courant est alors distribué aux appareils de

consommation par un réseau à trois fils qui dessert toutes les rues de la ville et alimente actuellement 150 lampes réparties chez de nombreux habitants.

Tout le matériel électrique a été construit par la Société Alsacienne de Belfort, et le matériel mécanique et hydraulique par la maison Bonnet, de Toulouse.

Bordeaux. — *Traction électrique.* — Les applications de l'énergie électrique ont de tous temps préoccupé les édiles de cette ville, et notre chronique a si souvent été l'écho des progrès successifs accomplis par la ville de Bordeaux qu'énumérer nos citations serait chose assez longue. Désirant donner une extension encore plus grande à ces applications, M. le maire de Bordeaux vient de constituer une commission chargée d'étudier le projet de transformation du mode de traction des tramways de la ville.

Cette Commission est composée de quinze membres :

Elle aura pour mission d'examiner les divers projets qui, depuis ces derniers mois, ont été adressés à l'hôtel de ville. Les études terminées, l'administration communiquera les résultats du Conseil qui, à son tour, nommera une seconde Commission entièrement composée de conseillers municipaux qui devront élaborer un projet définitif.

La programme que M. Calixte Camelle, adjoint au maire, va proposer à l'étude de la Commission, se divise en deux parties :

1° Modifications proposées au profit du public;

2° Améliorations demandées en faveur des employés et des ouvriers des tramways.

Pour le public, M. Calixte Camelle demande :

1° Le tramway à traction électrique sur *toutes* les voies ferrées;

2° Le transport des voyageurs au prix de 0,10 fr sans correspondance;

3° Fixation du départ des voitures à intervalles de trois minutes sur les principales lignes, et doublement des intervalles actuels sur les lignes de moindre importance;

4° Pose de voies ferrées pour exploiter par des tramways les rues suivantes : David-Johnston, d'Aviau, d'Arès, de Bègles, et route d'Espagne;

5° Établissement d'un tramway de ceinture sur les boulevards extérieurs;

Pour les ouvriers et employés, M. Camelle propose :

1° Minimum de salaire à 5 fr;

2° Maximum de travail, primitivement fixé à huit heures, mais qui devra, par suite des nécessités du service, pour la formation des équipes, être porté à dix heures;

3° Un jour de repos par semaine avec rétribution;

4° Création d'une caisse de retraite alimentée par la Compagnie concessionnaire.

Les versements seraient effectués à la Caisse nationale des retraites par la Compagnie; l'employé ou l'ouvrier qui quitterait ce service, pour un motif quelconque, aurait la faculté de continuer ses versements et pourrait ainsi arriver à se créer une pension.

M. Calixte Camelle se propose, en outre, de demander à la Commission d'étudier l'application à l'éclairage électrique de la ville des installations qui seront faites pour les tramways.

La réalisation de ce projet, en réunissant en une seule administration les importants services des tramways et de l'éclairage, réduirait très sensiblement le coût de ce dernier; l'économie, à ce qu'on assure, atteindrait 50 pour 100 environ.

Lorsque les études auront démontré la possibilité de mettre en pratique ce projet, la Compagnie concessionnaire des tramways serait chargée à dater de 1904, époque de l'expiration du traité avec la Compagnie du gaz, d'éclairer la ville à l'électricité.

Enfin, M. Calixte Camelle proposera encore à la Commission d'étudier le nettoiement et l'arrosage de la ville au moyen des tramways. Cette transformation dans le mode de traction n'entraînera ni suppression ni diminution du nombre d'ouvriers travaillant actuellement au nettoiement.

D'après les projets de M. Calixte Camelle, tout le personnel sera maintenu, la durée du travail serait seule diminuée ou le travail de nettoiement serait développé au maximum; mais il n'y aurait pas un seul travailleur à supprimer.

Châtillon-sur-Indre. — *Éclairage.* — Dernièrement a eu lieu, à Châtillon-sur-Indre, la pose de la première pierre de l'usine électrique dont il a été déjà question (n° 102, **1896**, p. 114), c'est en présence de M. Soubzmain, maire de la commune, de M. Marin, ingénieur de la compagnie électrique et directeur des travaux d'installation, de M. Colin, entrepreneur de l'usine et conseiller municipal de Châtillon-sur-Indre; enfin d'un certain nombre de notabilités de Châtillon qu'a été effectuée cette opération avec tout le cérémonial d'usage.

Durtal (Maine-et-Loire). — *Eclairage.* — Ce petit chef-lieu de canton de 3000 habitants où sont installées les grandes papeteries Genest, sera bientôt doté de l'éclairage électrique. Le Conseil municipal a adopté en principe, dans sa dernière séance, le projet présenté par M. B..., ingénieur. Nous croyons savoir que la puissance motrice serait prise au barrage d'Iguerelles, où une roue de 40 chevaux et une machine de secours sont sans emploi depuis près de dix ans.

La chute étant à 6 km de Durtal, il sera fait usage de courants polyphasés, alimentant un groupe de moteurs pendant la journée, et l'éclairage public et particulier depuis le coucher du soleil jusqu'à minuit.

Heureux habitants de Durtal, qui dépasseront vite en progrès la routinière ville d'Angers, où brille (?) encore l'inévitable invention auérienne!

Saïgon (Cochinchine française). — *Éclairage.* — En projet depuis quelque temps déjà, l'éclairage électrique de Saïgon sera bientôt chose faite. La Société qui a obtenu le monopole adresse en ce moment une circulaire aux habitants afin de fixer par un recensement approximatif le nombre de lampes à éclairer.

Les rues et avenues principales seront munies de lampes à arc; les édifices publics et les habitations useront de lampes à incandescence de 10, 16 et 32 bougies. La station centrale sera située à peu près au centre de distribution dans un vaste quadrilatère que s'est réservé la Société fermière derrière le théâtre. Le matériel et l'appareillage seront de provenance française. M. Ferret, ingénieur à Saïgon, a été chargé de l'achat et de l'installation, aussitôt les devis et plans terminés.

Sedan. — *Éclairage.* — S'en référant aux ordres de la municipalité de cette ville, M. Colette, électricien, fait procéder en ce moment au démontage des fils aériens servant à l'éclairage d'un certain nombre d'établissements.

On ne peut que regretter la cessation de ce mode d'éclairage, qui désormais n'est plus permis aux Sedanais.

Une récente décision du conseil d'État en a jugé ainsi :

On sait que la ville (n°s 28, 29, 44, **1893**, p. 74, 100 et 467) avait des engagements avec la Compagnie du gaz, qui, en fin de service, lui abandonnera, à titre de fiche de consolation, toute la canalisation et les lampadaires, ce qui constituera à proprement parler, une propriété onéreuse.

Tout cela est attristant en vérité.

Tence (Haute-Loire). — *Inauguration de l'éclairage.* — L'*Écho du Velay* nous annonce que l'éclairage électrique vient d'être inauguré dans la petite ville de Tence. Rien n'a manqué à la fête, pas même un orage dont le concours inattendu a failli compromettre le succès de la journée. L'éclairage électrique, qui avait été interrompu quelques instants, a repris aussitôt après, ainsi que le banquet d'usage, fort gai d'ailleurs,

présidé par M. le sous-préfet d'Yssingeaux. Le cortège officiel a parcouru les principales rues et a visité l'usine électrique, décorée pour la circonstance.

Uriage (Isère). — *Transport d'énergie électrique.* — Uriage, si renommée par ses eaux minérales, va être prochainement éclairée à l'électricité. C'est M. le comte de Saint-Ferréol, propriétaire du magnifique château dominant l'établissement thermal, qui a pris l'initiative de ce progrès.

On a capté les eaux d'un affluent de l'Isère, le Doménon, à 6 km d'Uriage, au lieu dit le « Martinet ». Deux turbines à injection partielle, système Bouvier, d'une puissance de 175 chevaux chacune, actionnent deux dynamos Thury à courant continu fonctionnant en série à la tension de 3200 volts. Le courant sera utilisé à Uriage par deux réceptrices du même type actionnant deux dynamos multipolaires Postel-Vinay. La distribution secondaire sera faite à Uriage et à Saint-Martin-d'Uriage à l'aide de 3 feeders à 110 volts.

La petite usine réceptrice, de construction très coquette, bâtie sur le flanc de la colline qui porte le château, contiendra une puissante batterie d'accumulateurs servant à régulariser la dépense des différents feeders; un de ceux-ci, celui qui alimentera Saint-Martin, possédera un survolteur.

Il va sans dire que le magnifique château, contenant d'intéressantes collections d'antiquités égyptiennes, étrusques, grecques, romaines, etc., sera brillamment éclairé ainsi que le jardin anglais. L'inauguration aura lieu pour la prochaine saison.

Vence (Alpes-Maritimes). — *Éclairage.* — Et d'une ville de plus qui va profiter des avantages si nombreux offerts par une station centrale. Voté à l'unanimité de tous les conseillers municipaux (n° 106, **1896**, p. 220), le projet ne pouvait qu'aboutir; nous apprenons en effet qu'à la grande satisfaction de la population vençoise le dossier concernant l'éclairage électrique a fait retour à la mairie, revêtu de toutes les approbations et signatures nécessaires pour l'exécution du projet.

Les travaux d'installation vont commencer incessamment et, dans six mois, ainsi que le stipule le cahier des charges, l'affreux éclairage dont est dotée actuellement cette ville aura vécu et fera place à l'électricité.

Un bon point à la municipalité, qui a su, malgré de nombreuses entraves, mener à bien la réalisation du projet d'éclairage électrique.

ÉTRANGER

Liège (Belgique). — *Éclairage.* — Des essais d'éclairage électrique viennent d'avoir lieu place Lambert. Les nouvelles lampes reliées au réseau de la Société d'électricité et entièrement semblables à celles des rues avoisinantes ont donné de bons résultats. Le nouvel éclairage fonctionnera d'une façon régulière incessamment.

Santiago (Chili). — *Éclairage.* — Dans la dernière séance de la municipalité, il a été rendu compte du projet d'accord suivant, présenté par MM. Carrasco, Polloni et Arrate, conseillers municipaux, qui sera discuté prochainement.

La municipalité s'occupant à recueillir des propositions pour l'exploitation des tramways de Santiago, propositions qui pourront amener l'adoption de la traction électrique, il est opportun de penser sérieusement à l'éclairage par le même système.

1° La municipalité de Santiago demande des propositions pour l'éclairage électrique de la ville, pour une période de vingt ans, ces propositions devant s'ouvrir le 15 novembre de la présente année;

2° Il est laissé à l'initiative des proposants de déterminer la nature de l'éclairage, le nombre de lampes, leur puissance, le prix qui se percevrait par année, le temps qui s'emploierait à installer cet éclairage et autres détails relatifs à l'affaire;

3° En garantie du sérieux des propositions, les proposants devront faire un dépôt de la somme de 120000 fr dans la caisse municipale, dépôt qui leur sera rendu dans le cas où leurs propositions seraient repoussées;

4° L'adjudicataire de l'éclairage devra déposer 270000 fr en garantie de l'accomplissement de son contrat, somme qui lui sera rendue lorsqu'il pourra prouver avoir exécuté des travaux pour 500000 fr, et il devra alors donner une autre garantie équivalente à cette somme à la satisfaction de la municipalité;

5° Les propositions se feront sous trois conditions :

a. Câble souterrain dans toute la ville;

b. Câble aérien dans toute la ville;

c. Câble souterrain dans le quartier compris entre le Mapocho et l'Alameda et les calles San Antonio et Morandé;

6° L'adjudicataire perd ses dépôts dans le cas où il ne remplirait pas les stipulations des propositions qu'il aura faites ou du contrat qu'il aura signé;

7° La municipalité garde la liberté de rejeter toutes les propositions si elle le juge convenable.

Varèse. — *Traction électrique.* — La Société anonyme *Tramvie Elettriche varesine* annonce comme prochaine la construction d'une ligne de tramways à traction électrique Luino-Ghirla-Varèse, passant par le val Cuvio.

CORRESPONDANCE

Sur les meilleures proportions des transformateurs.

MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF,

Le numéro du 25 juillet de l'*Industrie Électrique* donne l'analyse d'un travail de M. Scattergood, sur les meilleures proportions entre le fer et le cuivre des transformateurs.

L'auteur arrive à une condition de maximum de rendement qui peut s'écrire :

Dissipation par effet Joule. = Dissipation par hystérésis.

Veuillez me permettre à ce sujet quelques remarques :

1° J'ai moi-même indiqué cette relation et le calcul qui y conduit, dans une communication à la Société Internationale des Électriciens, faite en 1892, je crois (je cite de mémoire), et insérée au bulletin.

2° Dans cette relation, les pertes par effet Joule doivent comprendre non seulement celles du transformateur, mais encore celles des câbles d'alimentation, si l'on veut arriver à l'exploitation la plus économique, ce qui est bien le but visé. L'auteur semble bien l'avoir compris, mais il l'a oublié dans l'exemple numérique qu'il donne.

3° Cette remarque rapproche donc les transformateurs modernes des conditions idéales ainsi définies, en augmentant la dissipation par effet Joule, laquelle, dans le transformateur seul, est toujours beaucoup plus faible que celle due à l'hystérésis.

Mais ce serait une erreur absolue que de conclure de là que la proportion des transformateurs modernes est défectueuse. La condition primordiale est ce qu'on a appelé, assez improprement, l'auto-régulation; c'est-à-dire, la constance aussi assurée que possible de la différence de potentiel secondaire. En d'autres termes : il faut assurer un bon service d'*abord*. Ce n'est qu'*ensuite* que la condition d'économie doit être envisagée.

Veuillez agréer, etc. R.-V. PICOU.

LE CONGRÈS INTERNATIONAL DES ÉLECTRICIENS DE GENÈVE

Le *Congrès international des Électriciens* tenu à Genève, du 4 au 9 août, a présenté un caractère essentiellement différent de tous ceux qui l'ont précédé. Réuni sans aucune attache officielle, par l'initiative de l'*Association Suisse des Électriciens*, il a obtenu le patronage des principales sociétés électrotechniques du monde entier qui ont toutes, à l'exception de l'*Institution of Electrical Engineers* de Londres, et par suite d'un malentendu regrettable, envoyé des délégués. Ces sociétés sont les suivantes :

American Institute of Electrical Engineers, New York.
Electrotechnischer Verein, Berlin.
Electrotechnischer Verein, Wien.
Institution of Electrical Engineers London.
Société belge des Electriciens, Bruxelles.
Société internationale des Electriciens, Paris.
Verband Deutscher Electrotechniker, Berlin.

Le Bureau du Congrès a été formé de trois comités : un Comité d'honneur; un Comité effectif assurant le service des séances et un Comité de réception dont voici la composition.

COMITÉ D'HONNEUR

MM. TH. TURRETTINI, Président du Comité central de l'Exposition nationale suisse, *président d'honneur*. — E. MASCART, membre de l'Institut, à Paris. — G. FERRARIS, professeur, à Turin. — ROUSSEAU, professeur, à Bruxelles. — BRADLEY, délégué de l'*American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — VON HEFNER-ALTENECK, délégué de l'*Electrotechnischer Verein*, Berlin. — DERY, ingénieur, délégué de la Société belge des Électriciens, Bruxelles. — HILLAIRET, délégué de la Société internationale des Électriciens, Paris. — G. KAPP, délégué du *Verband deutscher Elektrotechniker*, Berlin. — E. HARTMANN, délégué du *Verband Deutscher Elektrotechniker*, Francfort-sur-le-Mein.

COMITÉ

Président : MM A. PALAZ, président de l'Association suisse des Électriciens, à Lausanne.

Vice-Présidents : E. HOSPITALIER, professeur, Paris. — ERNEST GÉRARD, ingénieur, Bruxelles. — GŒRGES, ingénieur en chef, Berlin. — MENGARINI, professeur, Rome.

Secrétaires : J. BLONDIN, professeur, Paris. — A. BOISSONNAS, ingénieur, Genève. — R. CHAVANNES, ingénieur, Neuchâtel. — C.-E. GUYE, ingénieur, Zurich.

COMITÉ DE RÉCEPTION

MM. A. RILLIET, professeur, *président*. — C. BUTTICAZ, ingénieur, *trésorier*. — A. LE ROYER, professeur, *secrétaire*. — H. GUÉNOD, ingénieur. — A. NAVILLE. — A. BOISSONNAS, ingénieur.

Les membres adhérents étaient au nombre de 250, et plus de 200 ont suivi plus ou moins assidûment les séances du Congrès.

Il est impossible de rendre compte par le menu de journées aussi complètement et agréablement remplies que celles passées à Genève par les membres du Congrès; ils doivent tous éprouver le même embarras pour exprimer leur gratitude au président d'honneur, M. Th. Turrettini, au président du Comité, M. A. Palaz, et à tous les membres du Comité de réception qui se sont mis à notre disposition avec un zèle et un dévouement infatigables. Le souvenir que nous emportons de Genève et de l'hospitalité suisse nous inspire des inquiétudes sur la réception que nous préparons à nos hôtes en 1900. Nous n'avons ici ni lac de Genève, ni rochers de Naye, ni Palais Ariana, et nos visiteurs devront se contenter d'une cordialité que nous nous efforcerons de rendre égale à la leur.

L'ensemble des travaux du Congrès peut se diviser en séances techniques, visites techniques, excursions pittoresques et banquets avec toasts — oh! combien. — On nous permettra de n'insister ici que sur le côté technique : parler en détail des excursions et... du reste ce serait exciter inutilement les regrets de ceux qui n'ont pas pu assister, ou n'ont pu assister qu'en partie, à ces fêtes des yeux, des oreilles... et de l'estomac.

Nous commencerons aujourd'hui cette revue par les questions d'un caractère plus scientifique. La description des installations visitées, dont bon nombre sont d'ailleurs déjà connues de nos lecteurs, fera l'objet d'articles ultérieurs.

GRANDEURS ET UNITÉS PHOTOMÉTRIQUES

On peut considérer comme l'œuvre capitale du Congrès de Genève les résolutions adoptées, non sans opposition, il est vrai, en vue d'établir un système cohérent et rationnel de grandeurs et d'unités photométriques, en partant de l'intensité lumineuse ponctuelle d'une source comme *grandeur fondamentale*, de la bougie décimale (un vingtième de l'étalon au platine de M. Violle) comme *unité*, et la lampe Hefner comme *étalon provisoire*.

La question a été introduite devant le Congrès par un rapport très étendu, très complet et très documenté présenté par M. ANDRÉ BLONDEL, ingénieur des Ponts et Chaussées, attaché au service central des phares, professeur à l'École des Ponts et Chaussées, à Paris.

Le système de grandeurs et d'unités photométriques, exposé et proposé par M. A. Blondel, est bien connu de nos lecteurs [1] : nous l'avons adopté dans le *Formulaire de l'Électricien* (éditions 1895 et 1896) et les résolutions prises par le Congrès de Genève ne l'ont modifié que sur

[1] *L'Industrie électrique* du 25 octobre 1894.

des points de détail, après de longues discussions où les rivalités nationales ont malheureusement joué un rôle que nous voudrions voir plus effacé dans des réunions internationales présentant un caractère purement scientifique, technique et pratique.

Après un exposé très clair présenté par M. A. Palaz, du rapport de M. Blondel, empêché par son état de santé d'assister au Congrès, on a procédé à la nomination d'une Commission chargée de formuler des résolutions. Cette Commission, présidée par M. von Hefner Alteneck, était composée de MM. Riccardo Arnò, Hospitalier, Paul Janet, Gisbert Kapp, de Kowalski, Adrien Palaz et Rousseau.

Après de longues discussions, qui ont conduit la Commission à restreindre les propositions de M. Blondel, et à laisser de côté, en particulier, celles relatives à la photométrie hétérochrome, la Commission s'était mise d'accord sur le texte que l'on lira plus loin. Ce texte ne diffère de celui de la Commission que par l'addition du mot *décimale* après le mot *bougie*. C'est pour faire ajouter le mot « décimale » que les propositions de la Commission ont été battues en brèche pendant trois heures, avec M. von Hefner Alteneck et M. Mascart comme champions respectifs de l'Allemagne et de la France.

M. Mascart voulait faire respecter l'œuvre des Congrès antérieurs et conserver comme *unité* photométrique la bougie décimale définie par le Congrès des Électriciens de 1889; M. von Hefner Alteneck tenait au nom de bougie, qui, en laissant l'*unité* dans le vague, aurait conduit, avec le temps, à confondre l'*étalon* et l'*unité*, et à considérer l'étalon Hefner comme l'unité photométrique elle-même.

La discussion engagée sur ce terrain brûlant menaçait de s'éterniser, et de mettre en échec tout le système de grandeurs et d'unités photométriques si péniblement échafaudé, système plus important, au point de vue pratique, que le choix de l'étalon lui-même, lorsque nous proposâmes, en vue de donner, autant que possible, satisfaction aux deux partis en ajoutant le mot « décimale » au mot bougie. On conservait ainsi l'*unité* adoptée par le Congrès de 1889, et on adoptait provisoirement l'*étalon* Hefner comme représentant cette unité pour les besoins de la pratique.

Malgré l'opposition des Allemands, cette manière de voir a réuni la majorité des voix, et c'est le texte de la Commission ainsi amendé qui a été voté sous forme de résolution.

RÉSOLUTION

1° Les grandeurs photométriques internationales ont comme base l'intensité lumineuse d'une source punctiforme. Elles sont résumées dans le tableau suivant :

GRANDEURS PHOTOMÉTRIQUES

NOMS DES GRANDEURS PHOTOMÉTRIQUES				SYMBOLES ET ÉQUATIONS DE DÉFINITION DES GRANDEURS.
EN FRANÇAIS.	EN ALLEMAND.	EN ANGLAIS.	EN ITALIEN.	
Intensité lumineuse	Lichtstarke	Intensity of light	Intensita luminosa	I
Flux lumineux	Lichtstrom	Flux of light	Flusso luminoso	$\Phi = I\Omega$
Éclairement	Belichtung	Illumination	Illuminamento	$E = \frac{\Phi}{S}$
Éclat	Erhellung	Brightness	Splendore	$e = \frac{I}{S}$
Éclairage	Lichtleistung	Quantity of light	Illuminazione	$Q = \Phi T$

(Dans les équations ci-dessus, Ω représente un angle solide, S une surface et T un temps.)

2° L'unité d'intensité lumineuse est la bougie décimale définie par les Congrès antérieurs.

3° Provisoirement, la bougie décimale pourra être représentée, pour les besoins de l'industrie, par l'intensité horizontale de la lampe Hefner, à condition de tenir compte des corrections.

4° Les noms adoptés pour les autres unités sont les suivants :

UNITÉS PHOTOMÉTRIQUES

GRANDEUR.	NOM DE L'UNITÉ.	DÉFINITION DE L'UNITÉ.
Intensité lumineuse	*Bougie décimale*	$\frac{1}{20}$ de l'étalon au platine de M. Violle.
Flux lumineux	*Lumen*	Bougie décimale-stéradian [1].
Éclairement	*Lux*	Lumen par mètre-carré.
Éclat	*Bougie décimale par cm²*	Bougie décimale par cm².
Éclairage	*Lumen-heure*	Lumen-heure.

[1] Le stéradian est l'unité d'angle solide. C'est l'angle solide qui découpe une surface égale à l'unité sur une sphère de rayon égal à l'unité. C'est un simple rapport numérique indépendant des unités de longueur et de surface choisies, pourvu que ces deux unités soient cohérentes (cm et cm², m et m², etc.).

Malgré l'opposition des Allemands au système accepté par la majorité du Congrès de Genève, l'application n'en sera pas moins identiquement la même : le nom seul de l'unité sera changé pour eux; ils appelleront Hefner ce que tous les autres appelleront bougie décimale, jusqu'à ce qu'un nouveau Congrès, sans réformer la nomenclature, fasse choix d'une nouvelle unité et d'un nouvel étalon. Ce jour-là, on pourra, pour éviter toute confusion, donner le nom de *pyr* à la nouvelle unité, le nom de « bougie » n'ayant été conservé que pour ne pas heurter trop brutalement les habitudes des consommateurs de lumière.

GRANDEURS ET UNITÉS MAGNÉTIQUES

La proposition que nous formulions devant le Congrès de Genève tendait uniquement à faire adopter les propositions faites par l'*American Institute of Electrical Engineers* en 1894, et consistant, en substance, à prendre comme unités pratiques les unités C.G.S. et à donner des noms (Gauss, Weber, Gilbert, Œrsted) aux plus importantes d'entre elles.

Comme il fallait s'y attendre, tous les savants, qui n'ont pas besoin de ces noms, ont protesté contre leur adoption. Devant cette opposition irréductible, et pour éviter un rejet définitif, qui eût rendu le retour de la question presque impossible devant un futur Congrès, nous nous sommes rallié à une proposition faite par M. le professeur *Mengarini*, de Rome, d'après laquelle le Congrès suspendait la discussion et passait à l'ordre du jour. Cette proposition a été votée à l'unanimité.

Nous avons la conviction que cette suspension ne sera pas de longue durée, et comme cette décision ne constitue pas une *proposition positive*, mais seulement un *ajournement*, nous continuerons à faire usage, comme par le passé, des noms des unités proposés provisoirement par l'*American Institute of Electrical Engineers*, car ces noms nous rendent les plus grands services dans la pratique, dans l'enseignement et dans la littérature scientifique.

Ceux qui n'éprouvent pas le besoin de se servir de ces noms pourront continuer à employer le mot vague « unité », mais pas pour longtemps.

On étudie de divers côtés des appareils capables de donner, par lecture directe sur un cadran, la grandeur d'un champ magnétique ou d'un flux de force magnétique. Il est telle application, un trieur magnétique par exemple, où la connaissance de l'intensité de ce champ a tout autant d'importance que le *voltage* (!) pour une station de distribution d'énergie électrique. Le jour où un mesureur de champ magnétique sera réalisé et appliqué, dira-t-on à l'ouvrier chargé de la marche de l'appareil de tenir son aiguille à *tant* d'unités C.G.S.?

Il faudra forcément adopter un nom pour graduer ce nouveau cadran, à moins qu'on n'imite le système d'Edison qui, en 1881, graduait ses compteurs électriques en pieds cubes de gaz. Ce jour-là, nous aurons notre revanche, et les savants voudront bien reconnaître que, pour cette unité là, en attendant les autres, un nom devient nécessaire. Nous nous armons donc de patience, car l'expérience nous a habitué aux conversions tardives, et nous donnons rendez-vous à nos opposants en 1900. D'ici là, le Gauss aura grandi....

(*A suivre.*) E. HOSPITALIER.

CONGRÈS INTERNATIONAL DE CHIMIE APPLIQUÉE

SECTION D'ÉLECTROCHIMIE

(SUITE [1].)

Seconde séance. — Vendredi 31 juillet.

Malgré les précautions prises par la nomination de sept membres du Bureau pour la X[e] section, un seul, un secrétaire, était exact à l'heure fixée et a dû, à la demande générale, ouvrir la séance, après une demi-heure d'attente. Peu de temps après est arrivé un des vice-présidents, très excusable de son retard, vu sa résidence à 80 km de Paris, et le Président n'a pu occuper le fauteuil qu'à 10 heures et demie.

En l'absence de M. MONTPELLIER pour sa communication annoncée inscrite en tête de l'ordre du jour sur l'**Industrie de la soude et du chlore.**

La parole a été donnée à M. HULIN, qui a entretenu l'auditoire des **Résultats pratiques obtenus dans l'électrolyse des chlorures.** — Cette communication est sans contredit une des plus intéressantes que nous ayons entendues. Les dispositions et appareils décrits par l'auteur sont applicables à la décomposition des chlorures alcalins, c'est-à-dire à la fabrication industrielle du chlore et de la soude et de la potasse caustiques.

Des deux procédés en présence, celui par voie humide (sels dissous) est encombrant pour des résultats relativement minimes; l'autre, par voie sèche (sels fondus), quoique critiqué, délaissé même par certains industriels comme applicable seulement sur une assez grande échelle, est en somme préférable en ce qu'il fournit une haute utilisation spécifique du matériel et donne du sodium à l'état métallique, que l'on amène ensuite par simple addition d'eau à l'état de soude pure et concentrée. Sa mise en pratique réellement industrielle exigeait et a provoqué bien des études, auxquelles les recherches de l'auteur paraissent apporter une part contributive importante.

Leur origine remonte à 1890; elle a pour point de départ cette observation que, si l'on soumet au courant électrique de la cryolithe fondue avec une anode en char-

(1) Voy. *L'Industrie électrique* du 10 août 1896, n° 111, p. 341.

bon, le récipient en fonte à fond également en charbon servant de cathode, on obtient d'abord de l'aluminium, ce qui prouve que la chaleur de formation du fluorure de sodium est supérieure à celle du fluorure d'aluminium; mais si, à la cathode du bain, on substitue au charbon formant le fond de la cuve un bain de plomb, l'affinité du plomb pour le sodium détermine la formation d'un alliage plomb-sodium qui, décomposable par l'eau, donne de la soude caustique et du plomb spongieux.

L'auteur a opéré suivant ces données expérimentales, traitant ensuite cet alliage dense de sodium et de plomb soit par la vapeur d'eau, soit par des solutions graduées de soude caustique provenant d'opérations précédentes pour arriver à une concentration méthodique avancée de la soude, et refondant ensuite le plomb libéré, en vue d'une réutilisation ultérieure.

Entre temps, un chimiste anglais distingué, M. Vautin, passant du mercure au plomb comme cathode, arrivait également, de son côté, à un procédé analogue; mais de grosses difficultés pratiques s'opposaient encore à sa mise en œuvre industrielle. Un tour de main particulier permit cependant à l'auteur de les vaincre, comme on le verra plus loin.

Parmi ces difficultés, une des plus désespérantes était la marche très capricieuse de l'opération se manifestant par des arrêts brusques et périodiques du courant, d'une durée variable de 10 minutes à une heure et sans cause apparente. On voyait, à ces arrêts, la f. é. m. de la dynamo alimentant le bain sous une valeur normale de 7 volts s'élever progressivement à 10, 15, 20, etc., volts, jusqu'à cessation complète du courant. Le récipient étant, comme on l'a vu, en fonte revêtue d'une enveloppe calorifuge et à fond nu recouvert de plomb formant cathode avec la masse du creuset, les parois verticales de ce vase étaient garnies intérieurement de matière réfractaire destinée à éviter la production du sodium libre sur ces parois. Le couvercle, également en terre réfractaire, était percé de deux trous, l'un pour le passage de l'anode, l'autre pour le dégagement du chlore. La chaleur était fournie par le courant traversant le bain.

L'opération a donné lieu aux observations suivantes : le sodium est d'abord parfaitement absorbé, mais il n'y a pas de diffusion; un alliage léger remonte à la surface du bain sous forme de globules, et, si l'on agite, il continue à se dégager en larges ménisques, au lieu de se diffuser. En même temps une partie du sodium se recombine au chlore présent autour de l'anode, le bain chauffe d'une façon anormale, le dégagement du chlore diminue progressivement, puis la partie immergée de l'anode devient subitement lumineuse et scintillante et le bain fondu qui l'entoure ne semble pas la mouiller. On constate alors une forte élévation de tension, et, en moins de 20 secondes, le courant s'arrête complètement. Pour continuer l'opération on est obligé de sortir les anodes du bain pendant quelques minutes; le charbon est profondément rongé aux points où il a été touché par le sodium, l'extrémité inférieure en est caverneuse et dentelée. On observe, d'autre part, une désagrégation de la matière réfractaire du creuset; le bain devient pâteux.

On pensa dès lors avoir affaire à un mauvais garnissage isolant, toujours difficile à réaliser, surtout quand il doit résister au chlore naissant. Quand on crut l'avoir trouvé dans de meilleurs agglomérés, un autre phénomène apparut : il se produisit une sorte de pénétration, de métallisation de la matière réfractaire, déterminant une extension de la cathode, avec dégagement de sodium à sa surface et désagrégation progressive de celle-ci; d'où mauvais rendement et toujours arrêt brusque du courant.

Au moment de ces arrêts, dès que la dynamo est amenée au repos, il se produit dans le circuit un assez fort courant inverse, comme si le creuset était devenu un accumulateur, courant de faible durée d'ailleurs sous une f. c. é. m. de 0,6 volt. Ce sont des composés parasites du bain qui entrent en réaction. La matière du bain se dissout en effet dans l'eau avec dégagement d'hydrogène et la liqueur devient alcaline; une partie du sodium circulant dans l'électrolyte s'y dissout et forme un ou plusieurs sous-chlorures.

Tous ces désordres sont dus au dégagement du sodium à l'état de globules s'incorporant à l'électrolyte et causant, tant par lui-même que par les sous-chlorures alcalins, ces divers accidents. Dans ces conditions, le rendement en sodium est naturellement très faible, comme nous l'avons dit, et très variable; souvent il n'atteint pas 30 pour 100 de ce qu'indique la théorie. La tension est aussi très irrégulière et oscille entre 9 et 18 volts.

Après bien des recherches, l'auteur a été conduit, comme remède, à l'électrolyse d'un mélange dosé et constant de chlorure de sodium et de chlorure de plomb, qui ne donne plus lieu aux arrêts de courant précédemment constatés ni à la destruction des anodes. Ce procédé a en outre l'avantage de porter du plomb métallique partout où le sodium prend naissance et de faciliter l'union des deux corps.

Mais le chlorure de plomb doit être en proportion réduite pour ne pas annuler la décomposition, et l'alimentation doit s'en faire d'une façon absolument constante. C'est là ce qui caractérise le procédé de M. Hulin. — Dans le chlorure de sodium fondu sont immergés des récipients ouverts en charbon ou en terre réfractaire contenant du plomb sans aucune relation ni contact avec celui de la cathode. Une dérivation prise sur le pôle positif amène une fraction du courant total dans ces récipients, de façon que le plomb qu'ils contiennent fonctionne comme anode partielle et complémentaire. Le chlore libéré se dégage au dehors pour la plus grande partie; le reste forme du chlorure de plomb qui se répand dans l'électrolyte suivant une proportion déterminée par l'intensité du courant dérivé. Chaque creuset exige environ 7 volts, y compris toutes les résistances de couplage. La densité du courant varie entre 6000 et 10 000 ampères par m²; on peut admettre, comme bon régime, 7500 ampères par m², au lieu de 300 ampères seulement par m² par voie

humide, soit 25 fois autant. L'alimentation en chlorure de plomb absorbe 12 pour 100 du courant total; c'est un sacrifice qui n'est pas sans importance, mais au prix duquel on achète la parfaite régularité de marche. On peut compter sur une production de 0,081 kg de chlore et de 0,054 kg de sodium par cheval-heure sur l'arbre de la dynamo, soit, par cheval mécanique et par jour, avec arrêt moyen d'une heure, 1,850 kg de chlore gazeux, et 1,240 kg de sodium, correspondant à 2,550 kg de soude à 72 degrés anglais et 5,100 kg d'hypochlorite de chaux à 105 ou 110 degrés. L'alliage de plomb et de sodium contient, en poids, de 23 à 25 pour 100 de sodium; sa densité approximative est de 3 à 3,5. Son oxydation par la vapeur d'eau est une opération délicate qui laisse presque toujours du plomb dans le produit. Le procédé par lessivage est préférable et se règle aisément. Au moyen d'une concentration par saturation progressive, sans évaporation, on arrive facilement à obtenir 750 à 800 gr d'alcali monohydraté par litre, soit 40 degrés anglais; il reste ainsi peu à faire pour arriver à 60 degrés, et la soude ne contient aucune trace de plomb.

La perte en plomb n'atteint pas $\frac{1}{2}$ pour 100, et le rendement est très satisfaisant, les pertes par manipulations et volatilisation s'élevant au plus à 4 pour 100.

Ce procédé a été étudié et installé chez MM. Matussière frères et Forest, fabricants de papiers à Modane. Il n'est que juste de reconnaître dans leur concours pécuniaire à des essais aussi longs et aussi coûteux un véritable service rendu à l'industrie chimique.

Comme autres applications industrielles de ce procédé, on peut citer l'oxydation simultanée des éléments de l'amalgame au rouge sombre et à l'air, le plomb se transformant en peroxyde de plomb qui se combine avec l'oxyde alcalin pour former un plombate anhydre. Par lessivage, ce dernier abandonne du peroxyde de plomb très divisé et facilement séparable de la soude caustique, qui trouve son emploi tout naturel dans la constitution d'électrodes d'accumulateurs. A cet effet, dans un grillage *ad hoc* préparé d'avance on verse un alliage de plomb-sodium à 18 pour 100 environ de sodium; on détermine la décomposition; l'immersion dans l'eau fait gonfler le plomb; mais l'addition de nitrate de soude à la densité de 1,16 conserve au plomb son volume normal. Le traitement par un bisulfite alcalin permet aussi le maintien du plomb spongieux sur son support.

On peut également réaliser des alliages de sodium et de zinc, et de sodium et d'étain, réducteurs de l'oxydule de cuivre dans les bronzes.

Dans le traitement du chlorure de sodium par voie humide, l'objectif doit être d'enlever les cations aussitôt formés; M. Hulin en réalise l'évacuation immédiate par filtration. A cet effet sa cuve est divisée sur sa largeur en deux compartiments, dont l'un est sensiblement double de l'autre. L'un reçoit le liquide à électrolyser dans lequel plonge une anode en charbon. La cloison séparatrice est faite d'un charbon poreux spécial, relié au pôle négatif et servant de cathode par sa face active située du côté de l'électrolyte, en même temps qu'il sert de filtre à la soude évacuée au dehors après son passage dans le petit compartiment. L'opération s'effectue avec une densité de courant de 4 ampères par dm² sous 4,5 volts de différence de potentiel effective; mais il vaut mieux employer 2,5 ampères par dm² sous 3,5 volts, malgré un plus grand encombrement. On arrive finalement à un rendement de 82 à 85 pour 100 en soude caustique et chlore. Il y a d'ailleurs naturellement une relation entre la filtration et l'électrolyse, et la pureté du produit varie en sens inverse du rendement. Si la filtration est plus rapide que l'électrolyse, on obtient 92 pour 100 de rendement et la soude contient 15 à 20 pour 100 de sel indécomposé; avec une électrolyse plus rapide que la filtration, le rendement n'atteint que 78 à 80 pour 100; mais la soude ne contient que 3 à 5 pour 100 de sel indécomposé.

La solution de soude ainsi préparée a une densité de 1,16 et contient 15 pour 100 de soude caustique réelle ($NaOH$ ou NaO,HO), sans traces d'hypochlorite. Si la soude doit être concentrée par évaporation subséquente, il y a avantage à rechercher un rendement élevé, le sel s'éliminant pendant cette opération.

Comme on n'opère pas seulement sur du chlorure de sodium, mais aussi sur de la soude qui se forme et dont la conductibilité est supérieure à celle du chlorure de sodium, l'électrolyse d'une solution de soude équivaut finalement à une décomposition d'eau qui exige seulement 1,5 volt au lieu de 2,5 volts nécessaires à la décomposition du chlorure.

L'ordre des communications appelle celle de M. E. Peyrusson sur un **Électrolyseur** présenté par lui et les différents **Procédés d'électrolyse** auxquels il se prête.

Ce nouvel électrolyseur est caractérisé par la forme hélicoïdale de ses électrodes. L'électrode intérieure est formée d'une hélice à lames larges, en ailettes, rapprochées et enroulées autour d'une tige centrale à prise de courant, de telle sorte que l'électrolyte, arrivant par la partie supérieure du vase dans lequel elle est plongée, est obligé de parcourir toutes les spires de cette hélice en subissant progressivement et complètement l'action du courant électrique. Cette électrode s'emboîte exactement dans un vase poreux cylindrique, muni, à sa partie inférieure, d'un robinet d'évacuation de l'électrolyte.

L'électrode extérieure, également à ailettes en hélice, présente un vide cylindrique intérieur destiné à recevoir le vase poreux précédent; un robinet d'arrivée et un robinet d'évacuation permettent l'alimentation de ce compartiment extérieur du récipient général dans lequel plonge cette électrode.

Dans ces conditions la longueur de parcours de l'électrolyte peut atteindre 100 fois la valeur de la longueur axiale de l'appareil; cet électrolyte est soumis en tranches minces et progressivement au courant électrique et l'évacuation rationnelle des produits est assurée par le réglage

convenable des robinets d'arrivée et de sortie. On peut même opérer sur deux électrolytes différents.

Le faible développement de la cloison poreuse relativement à celle des électrodes pare dans une notable mesure aux inconvénients qu'elle présente généralement; la forme cylindrique permet d'employer pour la construction des hélices des rondelles peu coûteuses s'emboitant les unes dans les autres; et, en fermant hermétiquement le vase poreux, on peut y faire une légère aspiration qui empêche l'osmose électrique, quand l'électrode centrale joue le rôle d'anode, et facilite l'évacuation des produits gazeux.

M. Peyrusson recommande comme anodes inattaquables l'argent platiné et iridié, moins coûteux que le platine; mais des praticiens distingués émettent des doutes sur l'inaltérabilité de cette matière.

Pour l'électrolyse du chlorure de sodium, l'hélice extérieure étant formée de rondelles de fonte, comme cathode, l'hélice intérieure ou anode est en argent platiné et iridié, et les vides de ses spires sont garnis de coke bien lavé à l'acide. Le même liquide repasse continuellement à l'anode après nouvelle saturation de sel entre deux passages consécutifs. Un bon réglage des robinets et de la circulation du courant rend continu le fonctionnement de l'appareil et permet de pousser très loin la concentration de la soude. Ces dispositions empêchant tout mélange des anions et des cations, la soude recueillie à la cathode est pure d'hypochlorite; la concentration achève l'élimination du sel marin. Le chlore étant d'ailleurs recueilli séparément, ce procédé est avantageux pour les industries qui utilisent les deux produits, car les eaux résiduelles peuvent repasser plusieurs fois dans l'appareil, sans autre dépense que celle de l'énergie électrique.

On peut encore obtenir l'hypochlorite de soude, sans perte par action secondaire de l'hydrogène, en faisant arriver le chlore de l'anode dans la soude qui s'écoule à la cathode.

Nous n'insisterons pas sur les multiples réactions que permet cette disposition soit pour l'isolement de l'oxygène, du chlore, du brome, de l'iode, etc., soit pour leur combinaison avec des électrolytes placés à l'anode, ou encore pour l'obtention d'éléments électropositifs variés à la cathode. Elle se prête au traitement des eaux vannes ou d'égouts, au blanchiment des pâtes à papier, etc.

On peut d'ailleurs aussi bien faire pénétrer les deux hélices l'une dans l'autre pour utiliser l'action des deux électrodes, et même, au moyen d'une troisième électrode parasite interposée entre les deux principales et enfermée dans un double vase poreux, pratiquer l'électrolyse secondaire et traiter les vins et les jus sucrés.

Dans la communication suivante, **Préparation du carbure de calcium**, nous quittons un peu, il faut le reconnaître, le domaine purement scientifique ou simplement industriel. Sans parler tous les deux à la fois, comme pouvait le faire craindre le texte du programme, les deux orateurs, ou, pour mieux dire, lecteurs, annoncés nous amènent sur un terrain différent de celui de leurs devanciers. On y sent, à regret, poindre légèrement, sinon la réclame et des questions d'intérêt personnel du moins la polémique. Autant M. Moissan se défendait, dans la séance précédente, de faire de l'industrie, autant M. Bullier semble en faire la contre-partie. Si, dans le langage très sûr mais un peu nerveux du premier, il n'était pas bien difficile de reconnaître le savant qui ne veut répondre qu'indirectement et par des faits à des attaques dont il est l'objet, il était facile de voir, dans la lecture de M. Bullier, la pose de jalons en vue d'un avenir inconnu. L'historique du carbure de calcium et de l'acétylène et leur mode de préparation ont ajouté peu de chose à ce que nous en savions déjà. La lecture d'un travail, si bien étudié qu'il soit, lui enlève d'ailleurs toujours beaucoup de charme, à moins d'un véritable talent de diction qui, dans le cas actuel, aurait permis à l'auditoire de mieux entendre et apprécier la communication de l'auteur. Nous ne pouvons, en conséquence, que renvoyer nos lecteurs à la publication officielle qui en sera probablement faite.

Nous en dirons autant de la communication de M. Korda qui, complétant la précédente, s'est borné à une étude du prix de revient du carbure de calcium et à une critique de certains prix de vente annoncés avec plus de bruit que de réalité d'au delà de l'Atlantique. Nous attendions autre chose, nous devons l'avouer, de la haute valeur scientifique de M. Korda.

Pour terminer cette seconde séance déjà chargée, M. Güntz a bien voulu avancer sa courte communication, inscrite seulement à l'ordre du jour de la séance suivante, sur la **Production électrolytique du lithium**, qui tire son principal intérêt de son faible équivalent (7,5), et dont le prix jusqu'ici très élevé de 50 fr le gramme prohibe l'emploi industriel. Cette lecture complète l'étude qu'en poursuit l'auteur et dont on trouvera les premières données aux *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 29 décembre 1893, t. CXII, n° 26, et dans l'ouvrage de Borchers sur l'*Électrométallurgie*, appelé à prendre place sous peu dans nos bibliothèques en traduction française. Le traitement électrolytique s'effectue avec un courant de 10 ampères sous 20 volts, sur un mélange par poids égaux de chlorure de potassium et de chlorure de lithium, dont le point de fusion est à 450° C. Le rendement paraît être d'autant meilleur que l'électrolyse se fait à plus basse température.

A la fin de la séance, un ingénieur suisse, à la voix forte et à la puissante carrure, a cru devoir demander un hourra en l'honneur de M. Moissan. Les assistants, déjà debout pour le départ, n'ont pu que s'incliner devant cette motion.

(*A suivre.*) E. Boistel.

APPAREILS DE SURETÉ

POUR

ASCENSEURS ÉLECTRIQUES

Les ascenseurs électriques, dont il a été grandement question dans ces dernières années, sont des appareils qui exigent pour leur bon fonctionnement de nombreuses précautions et divers dispositifs de sûreté.

Les ascenseurs hydro-électriques à Paris sont en ce moment en grande faveur; on en installe tous les jours, et un grand nombre de constructeurs s'en occupent. Il nous a été permis de visiter plusieurs installations intéressantes et de nous rendre compte que réellement les dispositions adoptées étaient pratiques et que ces nouveaux ascenseurs pouvaient répondre au besoin qui se faisait sentir. En plusieurs circonstances, nous avons voulu avoir quelques renseignements complets et circonstanciés. Les constructeurs sont nombreux; chacun prétend avoir un système meilleur que celui de son confrère, se prêtant également aux courants continus et aux courants alternatifs; nous n'avons pu obtenir jusqu'à ce jour que de vaines promesses. Dans quelques semaines, nous disait-on, les essais seraient terminés, il serait alors possible de donner des explications détaillées. Voilà bientôt deux ans que diverses installations sont en marche, et les renseignements font toujours défaut.

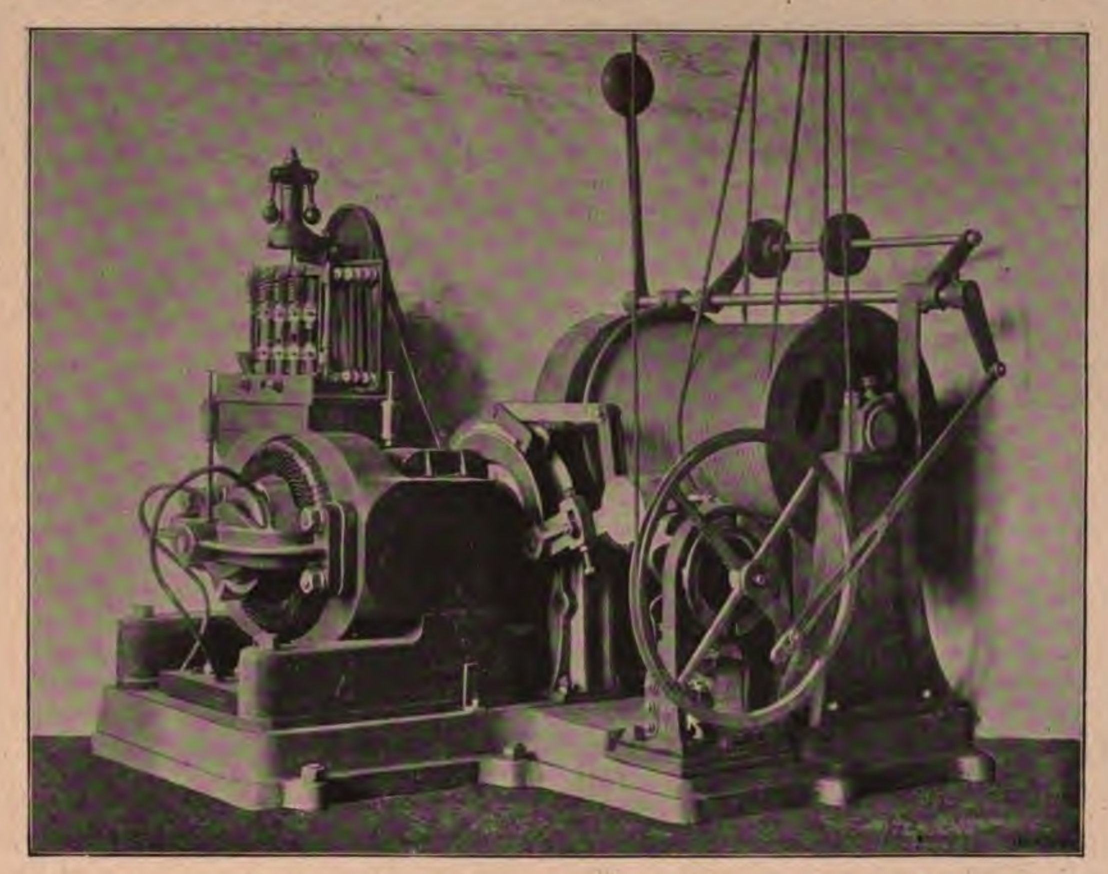


Fig. 1. — Vue d'ensemble des appareils de commande d'un ascenseur électrique avec moteur de 7 chevaux.

En attendant que nos constructeurs français se décident, nous avons trouvé dans une brochure de M. H. Langner, extraite de l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, la description des appareils de sûreté qu'emploie la maison Siemens et Halske dans les ascenseurs électriques qu'elle établit. Ces ascenseurs sont à treuil ordinaire.

On sait que dans les ascenseurs le point délicat est d'obtenir un moteur se prêtant à toutes les marches, à tous les arrêts, fonctionnant sans étincelles, et se mettant en marche ou s'arrêtant facilement par la manœuvre d'une poulie à l'aide d'une corde. Au moment de la mise en marche du moteur, il est nécessaire d'intercaler en circuit une résistance élevée et il faut ensuite la diminuer graduellement pour atteindre la vitesse voulue. Toutes ces opérations doivent être automatiques.

La maison Siemens et Halske a étudié à ce sujet diverses dispositions qui lui ont donné toute satisfaction. Examinons tout d'abord le rhéostat. Celui-ci est formé d'une série de spires métalliques; il est divisé en plusieurs parties montées en quantité. Chacune de ces parties porte à une de ses extrémités un petit cylindre de charbon de longueur variable. Ces divers cylindres sont fixés, isolés l'un de l'autre, sur une plaque placée à la partie inférieure. Au-dessus se trouve une traverse avec contacts en charbon

qui en descendant peut venir appuyer successivement sur chacun d'eux. A la mise en marche, la résistance totale est en circuit; la traverse descend peu à peu, à mesure que le moteur fonctionne, et bientôt met en court-circuit les différentes spires du rhéostat auxquelles correspondent les cylindres de charbon. Cette disposition permet de n'utiliser que des rhéostats fort restreints. Pour des ascenseurs demandant des moteurs de 7 chevaux, le rhéostat ne comporte que 4 sections avec contacts en charbon.

Il fallait donner le mouvement automatique à la traverse dont nous avons parlé. A cet effet un régulateur à force centrifuge a été monté au-dessus du rhéostat; on peut voir dans la figure 1 cette disposition. Le régulateur à force centrifuge est mis en mouvement par le moteur à l'aide d'une courroie. Une tige placée dans l'axe du régulateur et solidaire de celui-ci repose sur la traverse. Lorsque le moteur se met en mouvement, les boules du régulateur à force centrifuge s'écartent, la tige descend et vient appuyer sur la traverse qu'elle fait descendre. Celle-ci met en court-circuit les résistances nécessaires. Tout a été réglé pour que ces diverses actions correspondent à la vitesse normale du moteur. Cet appareil règle parfaitement la marche du moteur. Si la vitesse angulaire de celui-ci est trop élevée, le régulateur à force centrifuge agit et la ramène aussitôt à une valeur plus faible. Si pour une cause ou pour une autre le moteur ne peut démarrer, les boules du régulateur ne se soulèvent pas. Cette disposition garantit le moteur d'une façon plus sûre que les fils fusibles, qui bien souvent ne fondent pas.

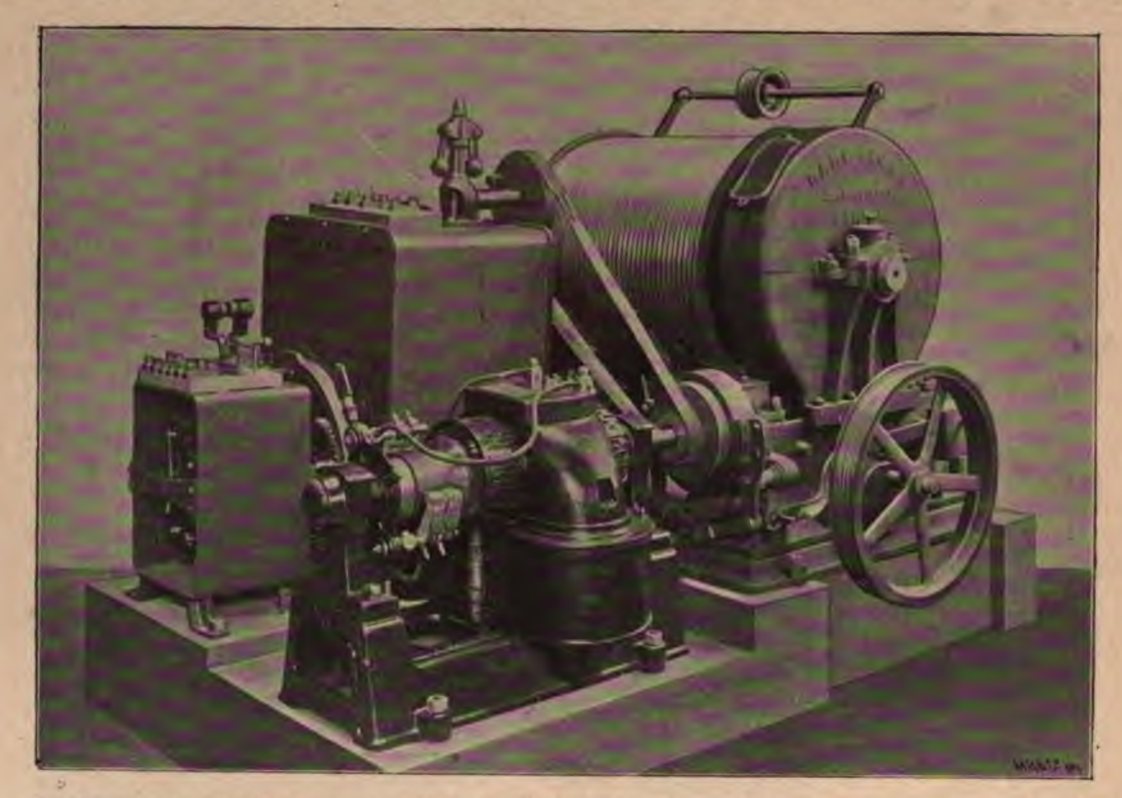


Fig. 2. — Vue d'ensemble du treuil électrique avec rhéostat automatique, et interrupteur automatique pour ascenseur avec moteur de 30 chevaux.

La figure 1 montre l'ensemble d'un treuil électrique pour ascenseurs. On aperçoit le moteur électrique qui commande directement par vis tangente le tambour du treuil sur lequel sont enroulées les cordes qui suspendent la cabine de l'ascenseur. Sur la poulie du moteur est branchée une petite courroie qui actionne le rhéostat automatique dont nous venons de parler et qui se trouve fixé contre le mur sur une petite console. A droite nous voyons en avant le commutateur porté sur un disque à la périphérie duquel se trouve la corde qui commande la mise en marche. En arrière se trouve le frein qui agit sur la poulie du moteur; la commande du frein est faite par le disque dont il a été question.

Ces ascenseurs conviennent pour un certain nombre de personnes ou un certain poids de marchandises. Six monte-charges semblables avec moteur de 7 chevaux ont été installés à Rotterdam sur une distribution de 440 volts et leur fonctionnement n'a rien laissé à désirer.

Les treuils électriques pour ascenseurs pouvant soulever un grand nombre de personnes à la fois présentent d'autres dispositions (fig. 2). Le moteur électrique a une puissance d'environ 30 chevaux. Il actionne toujours par vis tangente le tambour du treuil. Le rhéostat automatique est toujours mis en marche par une courroie branchée sur la poulie du moteur; mais il est construit autrement. Les résistances sont enfermées dans une caisse en fonte. Une plaque isolée porte une série de contacts en charbons, de 6 à 9, disposés sur une circonférence et reliés aux extrémités de la résistance. En regard des contacts fixes se

trouvent des contacts en charbon mobiles qui se trouvent réunis à un axe pouvant se déplacer. Le pivot du régulateur vient appuyer sur cet axe dans ses mouvements et établit les contacts entre charbons, pour supprimer diverses résistances, comme nous l'avons vu précédemment. Dans le commutateur sont employés exclusivement des contacts en charbon. A gauche on aperçoit l'interrupteur du circuit shunt du moteur avec charbons en regard l'un de l'autre placés à la partie supérieure. Le déplacement des charbons est obtenu par un engrenage relié par transmission à l'appareil de mise en marche. Celui-ci, qui reçoit la corde de commande, se trouve à droite dans notre figure; il actionne également le frein placé sur la poulie du moteur. Un grand nombre d'ascenseurs de ce genre ont déjà été installés; entre autres deux avec moteurs branchés sur 210 volts ont fonctionné à l'Hôtel de Ville de Berlin.

Les diverses dispositions que nous venons de faire connaître montrent que la maison Siemens et Halske a soigneusement étudié en détail cette importante question des ascenseurs électriques. J. LAFFARGUE.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 27 juillet 1896.

Sur l'électrolyse des acides gras. — Note de M. J. HAMONET, présentée par M. Friedel. — Les recherches que j'ai commencées sur l'électrolyse des acides gras bibasiques m'ont amené à reprendre l'étude des décompositions que fait subir l'électricité aux acides gras monobasiques eux-mêmes. J'ai pu ainsi me convaincre que les conclusions énoncées par Kolbe sur ce sujet, et répétées après lui par la plupart des auteurs, sont loin d'être générales, et surtout qu'elles laissent de côté une bonne partie du phénomène. En effet, ces auteurs supposent que la réaction principale provoquée par le courant électrique est représentée par la formule générale

$$2C^nH^{2n+1}CO^2K = \underbrace{2K}_{\text{Au pôle négatif.}} + \underbrace{CO^2 + C^{2n}H^{2n+2}}_{\text{Au pôle positif,}}; \qquad (1)$$

que, s'il se forme un peu d'hydrocarbure non saturé et d'éther correspondant à $C^nH^{2n+1}CO^2C^nH^{2n+1}$, ces produits sont en faible quantité et comme dus à des réactions secondaires.

Or l'expérience m'a démontré : 1° que, dans plusieurs cas, il ne se fait *pas ou presque pas* d'hydrocarbure saturé; 2° que l'hydrocarbure non saturé C^nH^{2n} tient parfois le premier rang dans la décomposition de l'acide $C^nH^{2n+1}CO^2H$ (Bunge [*Journal de la Société russe de physique et de chimie*, t. I, p. 525-527, 1889] l'avait déjà remarqué pour les acides propionique, butyrique et isobutyrique); 3° enfin, qu'il se forme toujours de l'alcool à n carbones, si l'acide en contient $n+1$; que la proportion de cet alcool peut atteindre ou dépasser le tiers du produit total fourni par l'électrolyse, et que la constitution de cet alcool n'est pas toujours celle qu'on pourrait supposer. Si les auteurs n'ont pas, jusqu'ici, attiré suffisamment l'attention sur ce dernier point, c'est qu'ils ne se sont préoccupés que de la portion éthérée qui surnage le liquide électrolysé, sans rechercher l'alcool que ce liquide retient quelquefois dissous en proportion assez considérable. J'ai bien cherché, en faisant varier les conditions de l'électrolyse, à obtenir exclusivement l'un ou l'autre produit, mais je n'ai pu jusqu'ici y réussir.

On peut donc traduire la décomposition que subit le sel de potassium soit par l'équation précédente (1), quand il se forme de l'hydrocarbure saturé; soit par l'équation (2), s'il se produit un hydrocarbure non saturé

$$2C^nH^{2n+1}CO^2K = 2K + CO^2 + C^nH^{2n} + C^nH^{2n+1}CO^2H; \quad (2)$$

le liquide du vase intérieur (pôle positif), devient, en effet, toujours acide, si l'acalinité du liquide primitif n'était pas excessive; soit par l'équation (3) si de l'éther prend naissance

$$2C^nH^{2n+1}CO^2K = 2K + CO^2 + C^nH^{2n+1}CO^2C^nH^{2n+1}. \quad (3)$$

L'alcool proviendrait de la saponification de cet éther ou de l'hydratation du produit non saturé.

Il se forme, en outre, des corps plus condensés, à point d'ébullition élevé, mais en quantité trop faible pour qu'il m'ait été possible d'en déterminer la nature.

Je ne vois pas qu'il soit nécessaire d'alléguer l'action oxydante du courant électrique pour expliquer ces diverses transformations. Les résidus des molécules désagrégées (ions, si l'on veut) peuvent se souder entre eux pour former les corps que je viens d'indiquer.

L'appareil dont je me sers se compose : 1° d'un vase cylindrique de cuivre rouge de 25 cm de haut et 8 cm de diamètre servant de cathode; 2° d'un vase poreux cylindrique de composition spéciale que m'a fourni M. Maillé; ce vase présente le grand avantage d'être quatre fois moins résistant que les vases poreux ordinaires. Dans ce vase tantôt un fil de platine de 1 mm de section, de 2 m de long, tantôt un cylindre de platine de 14 cm de haut et de 2,5 cm de diamètre, sert d'anode positive.

A l'exemple de Brown et Walker, j'espérais, en faisant varier la surface de l'anode, favoriser ou empêcher la soudure des radicaux hydrocarbonés. Jusqu'ici les résultats n'ont pas été conformes à mon attente.

Le vase poreux est fermé par un bouchon percé de trois trous dans lesquels sont fixés le fil conducteur du courant, un thermomètre et le tube de dégagement des gaz. Le liquide soumis à l'électrolyse remplit presque complètement le vase extérieur et le vase intérieur. Sa densité peut varier de 1,08 à 1,12; quand la densité est plus grande, il se forme une mousse fort incommode. Un courant d'eau circule autour du vase de cuivre pour empêcher une trop grande élévation de

température. Le courant électrique employé est de 4 à 5 ampères et de 6 à 8 volts. Les gaz sortant du vase poreux sont conduits dans une solution de potasse, puis dans des barboteurs à brome suivis de flacons à potasse et d'un gazomètre faisant fonction d'aspirateur.

Après deux ou trois heures de marche, j'arrête l'électrolyse; je sépare, par décantation, l'éther qui surnage du liquide du vase intérieur; je neutralise la portion inférieure et je la fais bouillir pendant quelques instants pour enlever l'alcool qui s'y trouve dissous; puis je ramène la solution totale à son état primitif par addition d'une quantité d'acide égale à celle qui a été décomposée.

Électrolyse du butyrate de potassium. — Une solution de butyrate de potassium (densité $=1,09$) a été électrolysée pendant vingt-deux heures, avec les précautions indiquées plus haut. Le courant était de 5 ampères et de 6 volts. J'ai obtenu 225 gr de propane bibromé en 1,2, bouillant à 141-142 degrés (une petite quantité s'est bromée par substitution pendant l'opération qui a duré plusieurs jours), 18 gr d'alcool *isopropylique* ou propanol 2, bouillant, après dessiccation sur la baryte anhydre, à 82-83 degrés (je l'ai caractérisé par son iodure et son éther benzoïque), 4,5 gr de butyrate d'*isopropyle* bouillant à 128-129 degrés, 4 gr à 5 gr de produits plus condensés qui se résinifient quand on les traite par la soude pour les séparer par saponification de l'éther mélangé. S'il s'est formé de l'hexane, cela n'a certainement pas été en quantité appréciable. Je n'ai pu également isoler l'alcool propylique primaire.

La formation dans ce cas d'alcool isopropylique et de l'éther butyrique correspondant est assez remarquable et ne se peut expliquer que par hydratation du propène, ou par migration d'un des hydrogènes fixés sur le groupe CH^2 en α.

Électrolyse de l'isobutyrate de potassium. — Une solution d'isobutyrate de potassium de densité $=1,10$ a été soumise à l'électrolyse, avec le fil de platine pour anode, dans les mêmes conditions et pendant le même temps que le butyrate de potassium, dont il vient d'être parlé. On a obtenu environ 300 gr de propane bibromé en 1,2, ce qui correspond à 62 gr de propène, 20 gr d'alcool isopropylique bouillant entre 83-84 degrés, plus 12 gr d'isobutyrate d'isopropyle bouillant à 121-123 degrés, et 6 gr d'un produit plus condensé bouillant de 150 à 160 degrés, à odeur poivrée. Pas plus que dans le cas précédent, je n'ai pu isoler d'hexane. Les produits principaux de la décomposition du butyrate et de l'isobutyrate : hydrocarbure saturé et alcool secondaire, sont donc parfaitement identiques.

Dans les deux cas, les gaz recueillis avaient à peu près la même composition et contenaient en majeure partie du propène et de l'acide carbonique.

Séance du 3 août 1896.

Sur la non-réfraction des rayons X par le potassium. — Note de M. F. Beaulard, présentée par M. Lippmann. — On sait qu'un des caractères importants des rayons de Röntgen consiste en ceci : qu'ils ne sont pas réfractés, ou tout au moins qu'ils ne subissent pas de réfraction sensible et facilement mesurable avec nos moyens actuels; cependant l'aluminium avait paru donner une déviation suffisamment nette pour être mise en évidence par les procédés ordinaires; les recherches de haute précision de M. Gouy (*Comptes rendus*, 26 mai et 6 juillet 1896) ont montré depuis que ce métal ne réfracte pas les rayons X, ou que la réfraction, si elle existe, est insensible $\left(n-1<\frac{1}{10^6}\right)$.

Lorsque j'ai commencé les expériences dont je vais entretenir l'Académie, je pensais qu'un prisme en aluminium déviait d'une façon notable les rayons de Röntgen; on pouvait, dès lors, se demander si ce métal ne devait pas cette propriété particulière à sa faible densité. C'est pour soumettre cette idée au contrôle de l'expérience que j'ai employé, pour essayer de réfracter les rayons X, un prisme en potassium : j'ajoute que j'ai opéré dans le vide (1 cm environ); le dispositif employé est le suivant :

Un tube long de 95 cm (dans lequel on peut faire le vide) porte à une de ses extrémités le tube de Crookes, mastiqué dans une garniture métallique, tandis que l'autre extrémité est munie d'un cadre destiné à supporter la plaque sensible; deux fentes verticales, bien parallèles, à bords bien dressés, ayant pour largeur 0,1 mm (c'est l'épaisseur d'une feuille de clinquant), sont distantes de 15 cm et définissent ainsi un faisceau linéaire bien déterminé.

Le potassium est placé après la deuxième fente. Dans un morceau de ce métal, on taille un prisme triangulaire, que l'on introduit aussitôt dans un prisme creux en ébonite; on ferme ensuite et l'on entoure le tout d'une mince couche d'arcanson; j'ai au préalable vérifié que l'ébonite ne dévie pas les rayons X (*Comptes rendus*, 30 mars). Le prisme est disposé de façon à obturer soit la moitié supérieure de la fente, soit seulement la partie médiane, en laissant à découvert ses deux extrémités, qui constituent ainsi deux points de repère sur le cliché; celui-ci est étudié ensuite à la machine à diviser.

M. Gouy, qui a eu l'obligeance d'examiner un des clichés avec l'appareil micrométrique de Brunner qui lui a servi pour ses délicates recherches, n'a pu apercevoir aucun déplacement sensible entre l'image de la partie supérieure et l'image de la partie inférieure de la fente. Quoique l'image soit légèrement élargie, un déplacement linéaire de 0,1 mm aurait été appréciable; la plaque photographique étant à 80 cm du prisme, il en résulte que la déviation, si elle existe, est inférieure à 10″; l'indice diffère alors de l'unité d'une quantité inférieure à $\frac{1}{10000}$.

Séance du 10 août 1896.

Rôle du diélectrique dans la décharge par les rayons de Röntgen. — Note de M. Jean Perrin, présentée par M. Mascart. — En étudiant la décharge d'un corps électrisé par les rayons de Röntgen, on peut y dégager un phénomème qui précise le rôle du diélectrique environnant. J'ai déjà publié sur ce point quelques résultats qualitatifs; après les avoir résumés, j'aborderai ici l'étude quantitative de ce phénomène.

I. Il est facile de vérifier que les rayons X peuvent décharger en quelques secondes un corps électrisé, *sans*

même effleurer ce corps, et simplement en traversant le milieu gazeux qui l'environne. Il faut donc ne laisser pénétrer les rayons que dans la région qu'on veut étudier.

Cette précaution prise, on arrive assez vite à voir que *les tubes de force rencontrés par les rayons X se comportent comme des conducteurs,* pourvu qu'ils soient situés dans un gaz.

Par suite, un corps électrisé, situé dans une atmosphère *en repos,* se décharge si quelques-uns des tubes de force qu'il émet sont rencontrés par les rayons.

De même, un conducteur isolé, sans charge initiale, mais placé dans un champ électrique, se charge lorsque des rayons coupent les tubes de force qui en émanent.

Je rappellerai seulement une des expériences qui justifient ces conclusions :

Une plaque rectangulaire P′ découpée dans l'une des armatures d'un condensateur PQ est liée à l'aiguille d'un

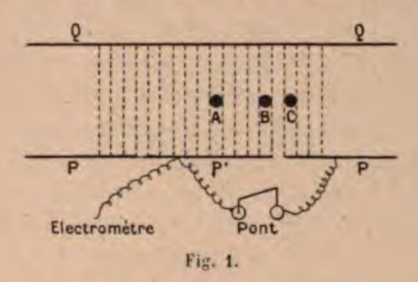


Fig. 1.

électromètre. Au début de l'expérience, elle est aussi liée au reste de l'armature P, qui joue ainsi le rôle d'anneau de garde.

On charge le condensateur; on coupe la communication entre P′ et P et l'on fait passer les rayons, *qui ne touchent aucune des armatures,* distantes de 5 cm.

L'action est énergique lorsque les rayons, supposés perpendiculaires au plan de la figure, passent en A; elle reste sensiblement la même quand ils passent en B; elle devient pratiquement nulle quand ils passent en C.

Or la distance BC est à peu près égale à la largeur du faisceau de rayons, soit environ 1 cm. Tout ce qui serait dû à la convection et à la diffusion du gaz ne peut donc sensiblement changer quand ce faisceau, au lieu de passer en B, passe en C; mais, dans ce dernier cas, les tubes de force émanés de la plaque P′ ont cessé d'être rencontrés.

II. Pour expliquer le rôle des tubes de force, il suffira de supposer que les rayons X dissocient certaines molécules du diélectrique où ils pénètrent, libérant ainsi des ions positifs et des ions négatifs. S'il existe un champ électrique, les ions positifs sont sollicités dans la direction du champ et les ions négatifs en sens contraire; si, de plus, le milieu est gazeux, les deux systèmes d'ions peuvent filtrer au travers l'un de l'autre, toujours dans la direction de la force et, par suite, le long des tubes de force. Ils cheminent ainsi jusqu'à ce qu'ils rencontrent les charges qui terminent ces tubes, ou jusqu'à ce qu'ils soient arrêtés mécaniquement, par exemple par un obstacle rigide. L'électricité pourrait ainsi traverser les gaz par un procédé nettement différent de l'électrolyse ordinaire.

Il ne paraît pas nécessaire que le champ préexiste; il suffira de le faire agir avant que les molécules dissociées aient eu le temps de se reformer. On s'explique ainsi comment J.-J. Thomson et Röntgen ont pu décharger des corps électrisés en faisant passer sur ces corps de l'air d'abord traversé par les rayons. D'une manière générale, les rayons fourniraient le travail nécessaire à la séparation des ions, et le champ électrique le travail nécessaire à leur transport.

III. L'électricité qui traverse le gaz sous l'influence du champ serait, d'après cette hypothèse, au plus égale à la quantité d'électricité neutre dissociée par les rayons. Et, en effet, l'expérience prouve qu'il existe un débit maximum indépendant du champ.

J'ai employé, pour m'en assurer, le condensateur P, Q déjà décrit : la distance des armatures a varié de 1 à 10 cm et leur différence de potentiel de 2 à 220 volts. Le champ a donc varié dans le rapport de 1 à 1100.

En portant la valeur du champ en abscisse et le débit correspondant en ordonnées, j'ai obtenu la courbe suivante, qui montre clairement qu'un débit maximum est très rapidement atteint.

On peut retrouver ce résultat par une méthode de zéro qui élimine l'influence des variations du tube de Crookes. Il suffit d'opposer sur un même électromètre deux condensateurs identiques PQ, P_1 Q_1, traversés par un même rayon, mais où les plaques P_1, P'_1, liées à l'aiguille, sont chargées d'électricités contraires, en sorte que l'aiguille reste au zéro si le débit total est nul. J'ai constaté ainsi que le débit variait de moins que $\frac{1}{200}$ quand le champ varie de 350 à 1100.

C'est ce débit maximum qui, dans l'hypothèse énoncée,

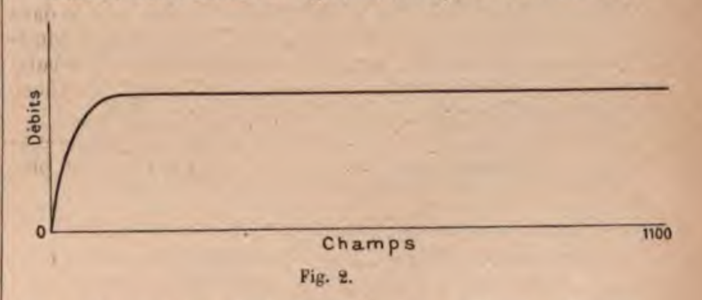


Fig. 2.

donne la quantité d'électricité neutre dissociée par les rayons.

IV. J'ai cherché comment varie ce débit maximum suivant la distance à la source et le volume intéressé par les rayons.

En envoyant dans le condensateur PQ des cônes de rayons d'angles solides 1, 2, 3, 4, j'ai obtenu des débits proportionnels à 1, 2, 3, 4.

De même, en utilisant sur un même cône de rayons des longueurs proportionnelles à 1, 2, 3, j'ai obtenu des débits proportionnels à 1, 2, 3.

La quantité d'électricité neutre dissociée par les rayons

à l'intérieur d'une couche sphérique mince, centrée sur la source d'émission, est donc indépendante du rayon de cette couche et proportionnelle à son épaisseur.

Cette loi, analogue à la loi des inverses des carrés des distances, donne un sens à la définition suivante :

La quantité de rayons X radiée à l'intérieur d'un cône ayant la source pour sommet est proportionnelle à la quantité d'électricité dissociée dans ce cône par unité de longueur, dans un gaz donné, à une pression et à une température données. La définition de l'*éclat* dans une direction donnée est alors immédiate.

V. Cette définition n'est acceptable que si les rayons s'affaiblissent très peu sur le parcours utilisé. Pour voir dans quelle mesure on peut négliger l'absorption, j'ai opposé sur un même électromètre deux condensateurs identiques, traversés par le même faisceau de rayons, mais distants de 25 cm. Le débit dans le deuxième condensateur s'est trouvé plus faible d'environ $\frac{1}{25}$. Cet affaiblissement est probablement dû à l'absorption par le milieu ([1]).

La photographie à l'intérieur du tube de Crookes. Note de M. G. de Metz, présentée par M. H. Poincaré. — J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie de nouvelles photographies que j'ai obtenues à l'intérieur du tube de Crookes par la méthode indiquée dans ma première Note (*Comptes rendus*, t. CXCII, p. 880 ; 20 avril 1896). Elles nous montrent déjà mieux la ressemblance entre les rayons cathodiques et les rayons de Röntgen, en ce qui concerne leurs propriétés photographiques. Cette fois, nous avons devant nous un Tableau comparatif, et nous apprenons que la répartition des clairs et des ombres est à peu près du même ordre sur le cliché fait par les rayons X, et sur le cliché obtenu à l'intérieur du tube à décharge ; pourtant, nous avons soumis à l'épreuve des corps différents, travaillés en forme de petites bandes, à savoir :

Aluminium épais de.	0,90 mm.
Spath d'Islande	1,30
Verre ordinaire.	1,56
Mica	1,50
Carton noir.	1,20
Plomb	1,35
Bois d'acajou.	0,95
Caoutchouc durci.	1,15

Si nous voulons maintenant ranger ces corps dans l'ordre décroissant, d'après leur perméabilité par les rayons cathodiques et par les rayons X, nous arrivons alors à la liste suivante :

Pour les rayons cathodiques.	Pour les rayons de Röntgen.
Bois d'acajou.	Bois d'acajou.
Caoutchouc durci.	Carton de Bristol.
Carton de Bristol.	Caoutchouc durci.
Aluminium.	Aluminium.
Verre ordinaire.	Verre ordinaire.
Plomb.	Mica.
Mica.	Spath d'Islande.
Spath d'Islande.	Plomb.

L'identité n'est pas parfaite, et il faut s'en rendre compte. C'est le plomb qui a trop changé de place.

Mais il suffit d'examiner ses contours diffus sur la photographie faite à l'intérieur du tube, pour s'expliquer cette exception apparente. Nous voyons, en effet, que les bords du carton et du bois d'acajou empiètent sur ceux du plomb en passant par des pénombres ; ils ne sont pas aussi tranchants que sur la photographie voisine de Röntgen. Mais ce n'est pas tout. En étudiant attentivement les deux photographies, nous remarquons, en outre, que la bande de plomb nous paraît plus étroite (1 mm) qu'elle ne l'est en réalité (2 mm), tandis que c'est le contraire qui a lieu pour la bande de carton qui atteint 4 mm de largeur sur ses 2,25 mm effectifs. La même déformation s'observe au voisinage des bandes de mica et de carton. D'après ces remarques, on comprend combien il est difficile de parvenir à l'identité voulue des deux listes.

Il semble que ce genre de déformation se répète, en général, au voisinage de deux corps dont l'un est facilement perméable par les rayons cathodiques, tandis que l'autre l'est moins. Je l'ai observé encore, par exemple, au voisinage d'une plaque de tourmaline et d'un prisme en bois d'aune et en caoutchouc : c'est à peine si l'on trouve les traces du prisme sur la photographie, tant il est perméable, mais la ligne droite de la tourmaline est altérée, surtout à droite, vers la base du prisme.

On dirait qu'il s'agit ici d'une espèce d'émission intérieure du carton, du bois d'acajou et du bois d'aune, d'une sorte de fluorescence.

Après ces expériences, j'ai tenté de résoudre la question, analogue à celle qui a paru si intéressante pour les rayons X, si les rayons cathodiques se polarisent ou non ? Plusieurs expériences m'ont montré que, également sous ce rapport, les rayons cathodiques ne se distinguent en rien des rayons X : ils ne se polarisent pas. On peut observer des traces de polarisation, mais excessivement faibles, en ayant recours à la méthode du renforcement photographique des clichés et de leur superposition. Je me propose de revenir sur ce sujet avec plus de détails dans une Note spéciale.

En terminant cette Communication, je me permets de rappeler, pour éviter tout malentendu, que les rayons cathodiques, dans toutes mes expériences, ne traversent qu'un couvercle en carton mince, avant d'atteindre les pellicules sensibles ; celui-ci étant indispensable pour protéger les pellicules contre la lumière ordinaire. Le platine et l'aluminium, dont fait mention M. H. Poincaré à propos de ma première Note, m'ont seulement servi dans une expérience.

Observations au sujet de la Communication précédente ; par M. H. Poincaré. — Il y aurait lieu, pour interpréter cette expérience, de vérifier si le carton frappé par les rayons cathodiques émet, comme d'autres corps, des rayons X.

Il faudrait également répéter l'expérience en réservant un plus grand intervalle entre les lames absorbantes et en faisant varier cet intervalle. En effet, les rayons X émis par ces lames et envoyés dans toutes les directions trou-

([1]) Travail fait au laboratoire de l'École Normale.

blent les phénomènes et expliquent sans doute les divergences signalées par M. de Metz.

Séance du 17 août 1896.

Pas de communication ayant un caractère électrique.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 juillet 1896.

M. LE PRÉSIDENT donne lecture d'une lettre de M. le Dr *d'Arsonval*, relative au procès-verbal de la dernière séance.

« Monsieur le Président,

« Sans vouloir discuter actuellement les idées de M. Marmier, je ferai remarquer que j'ai obtenu, d'une part, l'atténuation de toxines congelées, et que, d'autre part, j'ai détruit par la haute fréquence la virulence d'un venin de serpent cobra. Or, ce venin, donné à MM. Phisalix et Bertrand par M. Armand Gautier, ne perdait sa virulence qu'après avoir été chauffé à + 150 degrés en tubes scellés. Je me suis borné à électriser le venin dont la température n'a pas dépassé + 40 degrés. Ce sont MM. Phisalix et Bertrand qui ont procédé aux expériences avant et après électrisation.

« L'action atténuatrice des courants à haute fréquence n'est point due, selon moi, à un effet calorifique. Je suis porté à croire qu'elle est plutôt d'ordre électrolytique. Il ne s'agit pas de l'électrolyse classique avec libération de produits chimiques au voisinage des électrodes, mais bien de décomposition et de combinaisons extrêmement rapides se faisant de molécule à molécule et n'entraînant l'apparition d'aucun produit à l'état de liberté.

« Les phénomènes observés chez les animaux vivants et l'absence chez eux de toute élévation de température notable plaident en faveur de cette hypothèse, dont je démontrerai la réalité par des faits de plusieurs ordres.

« Veuillez agréer, Monsieur le Président.....

« Dr D'ARSONVAL, *de l'Institut.* »

M. BROCA indique un perfectionnement qu'il a apporté à l'**Équipage galvanométrique à aiguilles verticales** étudié l'année dernière par M. Pierre Weiss. L'équipage de M. Weiss est difficile à construire, car les aiguilles doivent être rigoureusement parallèles pour que le système soit astatique. Si, au contraire, on réalise des aiguilles rigoureusement droites et possédant en leur milieu un point conséquent, et si ce point est réglé de manière à ce que le moment magnétique de l'aiguille soit nul, cette aiguille sera astatique individuellement. Un équipage formé de deux de ces aiguilles mises parallèlement sera astatique, non seulement dans un champ uniforme, mais même dans un champ uniformément varié. L'aimantation de ces aiguilles se fait en les frottant par leur milieu sur l'angle d'un fort aimant. Le point conséquent ainsi obtenu peut être déplacé dans l'aiguille sans changer pour cela la valeur de l'aimantation, en frottant l'aiguille en un point convenable. On peut aussi retoucher chaque aiguille de manière à ce qu'elle soit tout à fait indépendante du champ terrestre.

On ne peut diriger commodément cet équipage au moyen d'un aimant directeur ordinaire, il faut employer de petites aiguilles placées l'une normalement, l'autre parallèlement aux bobines du galvanomètre, et à hauteur de l'un des pôles. Un équipage ainsi constitué, et tel qu'un fil de cocon simple de 10 à 12 cm le dirige presque complètement, est cependant insensible à l'aimant qui sert à aimanter les aiguilles, placé à 60 ou 70 cm, dans une position quelconque.

L'aimantation de ces aiguilles est 0,9 de celle qu'on obtient avec le procédé ordinaire. La stabilité de cette aimantation est suffisante, puisqu'un équipage est resté absolument identique depuis deux mois, et que l'expérience continue.

On peut utiliser ces systèmes avec une paire de bobines, ou deux paires agissant sur les pôles extérieurs ou trois paires. Le calcul et l'expérience montrent qu'on doit employer le type à une seule paire de bobines. Avec celui-ci, M. Broca a réalisé, pour un diamètre de bobines de 27 mm, la constante de 250, alors qu'avec cette dimension M. Pierre Weiss n'avait réalisé que la constante de 110.

En terminant, M. Broca montre le type d'instruments réalisé par M. Torchebœuf, qui permet de changer avec la plus grande facilité les équipages, dont on peut avoir ainsi une collection d'amortissement convenable pour les diverses sensibilités.

M. JEAN PERRIN résume des **Expériences relatives à la décharge des corps électrisés par les rayons X.**

I. Pour qu'un corps électrisé, situé dans une atmosphère en repos, se décharge, il suffit que les rayons rencontrent des lignes de force émanées du corps. L'action peut être énergique sans que le corps soit rencontré, mais cesse dès que les lignes de force ne sont plus coupées.

II. Un tube de force coupé par les rayons X, et situé dans un gaz, se comporte donc comme un conducteur. Aussi est-il possible, au moyen de ces rayons, de *charger* un corps isolé, mais placé dans un champ électrique.

III. Les rayons X eux-mêmes ne sont pas assimilables à des conducteurs, et les résultats obtenus par M. Lafay pourraient être dus à une insuffisance dans la protection électrique.

IV. Les tubes de force coupés semblent ne devenir conducteurs que dans les milieux gazeux.

V. Ces faits s'expliqueront si l'on admet que, sur leur

trajet, les rayons X dissocient certaines molécules, créant ainsi des ions positifs et des ions négatifs. Cette dissociation, indépendante du champ électrique, sera révélée si ce champ existe, les deux systèmes d'ions filtrant alors l'un au travers de l'autre le long des tubes de force, jusqu'à ce qu'ils rencontrent les charges qui terminent ces tubes ou jusqu'à ce qu'ils soient arrêtés mécaniquement, par un obstacle.

VI. La quantité d'électricité qui s'écoule ainsi le long des tubes de force devra donc avoir une valeur limite, précisément égale à celle que les rayons ont dissociée. Et, en effet, l'expérience montre que, au delà d'un certain champ, le débit reste absolument fixe.

VII. Le débit maximum, qui mesure la quantité d'électricité neutre dissociée, varie proportionnellement à l'angle solide intéressé par les rayons, et à la longueur utilisée sur ces rayons. La quantité dissociée est donc la même pour deux couches sphériques d'égale épaisseur centrées sur la source. La loi de l'inverse du carré des distances est ainsi retrouvée. Dans les expériences citées, la quantité d'électricité ainsi mesurée était de l'ordre de $\frac{1}{2} 10^{-10}$ coulomb pour une couche de 1 cm.

VIII. Il semble y avoir pourtant une absorption par l'air, telle que l'intensité baisse de moins de $\frac{1}{25}$, quand la distance à la source varie de 25 cm.

M. L. Benoist rappelle que M. D. Hurmuzescu et lui ont découvert et étudié les premiers le phénomène de la décharge des corps électrisés par les rayons X, et qu'ils en ont établi un certain nombre de lois fondamentales, dans des travaux insérés aux *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, et en partie déjà présentés à la Société de physique. Or, ces lois ont conduit MM. Benoist et Hurmuzescu, relativement au mécanisme du phénomène, à des conclusions (voir *Comptes rendus* du 27 avril) nettement distinctes de celles que M. Jean Perrin vient de présenter. M. Benoist va expliquer cette différence, et montrer suivant quelles proportions les deux systèmes peuvent entrer simultanément dans une théorie d'ensemble.

Quel est d'abord le siège de l'action des rayons X sur un corps électrisé? Si l'on imagine une corde invisible soutenant un poids, la chute subite de ce poids s'expliquera par une action dont le siège peut être soit la corde elle-même (changement de résistance), soit le point d'attache. Ici, même distinction : le poids, c'est la charge électrique d'une surface isolée S; la corde, c'est chaque ligne de force reliant cette surface à une autre S′ mise par exemple au sol; le long de cette ligne existe dans le diélectrique interposé une certaine tension; et la décharge peut être due soit à une action qui, appliquée aux différents points de cette corde, modifie cette tension, soit à une action produite sur la surface même de contact du diélectrique et du conducteur électrisé.

En orientant les rayons X parallèlement aux lignes de force, S′ étant une plaque d'aluminium transparente à ces rayons, MM. L. Benoist et Hurmuzescu ont englobé les deux actions, et ont trouvé que la partie principale, sinon la totalité du phénomène, se produisait sur la surface S électrisée. En orientant, au contraire, les rayons perpendiculaires aux lignes de force, et en préservant de toute action directe de leur part les deux extrémités de ces lignes, M. Perrin a isolé l'action, de valeur numérique notablement plus faible, qui se produit le long de ces lignes dans le diélectrique gazeux.

En effet, la loi de l'inverse du carré des distances, obtenue par MM. Benoist et Hurmuzescu, ne se vérifie que si on compte les distances de l'anticathode à la surface électrisée S; les écarts sont d'environ $\frac{1}{50}$ pour des distances de 15 à 30 cm; mais elle ne se vérifie plus, si on compte les distances à partir de tout autre point, par exemple de la plaque S′. Donc la surface électrisée est bien le siège presque unique (à $\frac{1}{50}$ près) de l'action qui dissipe la charge. Quant à cet écart, MM. Benoist et Hurmuzescu l'ont expliqué par l'absorption de l'air, car il est toujours de même sens et augmente avec la distance; ils ont pu ainsi évaluer environ à $\frac{1}{30}$ le pouvoir absorbant d'une couche d'air de 30 cm d'épaisseur, ce qui concorde avec la valeur $\frac{1}{25}$ indiquée tout à l'heure par M. Perrin pour une épaisseur de même ordre. Mais ce pouvoir absorbant explique et mesure en même temps l'effet observé par M. Perrin dans le gaz lui-même, et montre que, dans la décharge produite par les rayons parallèles aux lignes de force, l'action sur le gaz n'est qu'une assez faible fraction, $\frac{1}{25}$ par exemple, de celle qui se produit à la surface de contact du diélectrique et du conducteur électrisé.

MM. Benoist et Hurmuzescu ont montré, de plus, que la rapidité de la décharge change complètement avec la nature du conducteur électrisé, cette nature intervenant par une couche superficielle d'une très faible épaisseur. On trouve ainsi, entre les durées d'une même chute de potentiel (toutes choses égales d'ailleurs) pour différents métaux, des nombres dont les rapports à l'un d'eux sont constants : ainsi, platine = 1; zinc, 1,41; zinc amalgamé, 0,96; argent, 1,53; aluminium, 2,12. Les inverses de ces nombres mesurent donc l'aptitude des différents métaux à utiliser l'énergie des rayons X pour dissiper les charges électriques; et cette aptitude varie précisément en sens inverse de leur transparence pour ces rayons. Elle représente donc un véritable pouvoir absorbant. En recouvrant entièrement d'une couche mince de paraffine de même épaisseur des disques de différents métaux, MM. Benoist et Hurmuzescu ont constaté que la décharge avait encore lieu, un peu ralentie seulement, comme l'a observé J.-J. Thomson; mais, de plus, le rapport du temps reste le même que pour les mêmes disques non recouverts.

Une troisième loi établie par MM. Benoist et Hurmuzescu est celle des densités gazeuses : « La vitesse de dissipation de l'électricité par les rayons X varie proportionnellement à la racine carrée de la densité du gaz qui entoure le corps électrisé, qu'il s'agisse d'un même gaz pris à différentes pressions, ou de différents gaz pris à la même pression. » Cette loi a été vérifiée à $\frac{1}{60}$ pour l'air et l'acide carbonique, et à $\frac{1}{150}$ pour l'air à diverses pressions.

Le gaz semble ici intervenir seul, à première vue; mais on remarque le rapport frappant que présente cette loi avec celle de Graham, relative à la diffusion des gaz; en effet, la vitesse de diffusion, évaluée *en poids*, est aussi proportionnelle à la racine carrée de la densité. Tout se passe donc comme si le métal électrisé, absorbant l'énergie des rayons X avec une aptitude liée à sa nature et à sa transparence, l'employait à expulser le gaz condensé ou occlus à sa surface, et comme si ce gaz, partant avec une vitesse régie par la loi de Graham, emportait par convection les charges électriques en quantités proportionnelles à sa propre masse. M. Benoist a, d'ailleurs, commencé une série d'expériences destinées à mettre en évidence cette convection.

M. Jean Perrin rappelle qu'il n'a pas nié qu'un deuxième phénomène se superpose à celui qu'il a isolé, lorsque les rayons X rencontrent normalement le corps qu'ils déchargent. Mais il ne peut considérer comme démontré que le rapport de ces deux phénomènes soit celui qu'indique M. Benoist.

Il continue à penser que la vérification de la loi du carré des distances ne doit pas être faite en comptant la distance jusqu'au corps déchargé. Relativement aux surfaces S, S', dont a parlé M. Benoist, il rappelle que la surface S' se décharge en même temps que la surface S, en sorte que, même en négligeant l'action du milieu gazeux, il ne semble pas qu'il y ait plus de raisons pour compter la distance jusqu'en S plutôt que jusqu'en S'.

M. Benoist répond que les distances satisfaisant à la lo sont indiquées par l'expérience elle-même; par exemple, l'anticathode étant à 14 cm, puis à 24,5 cm des feuilles d'or de l'électroscope, et celle-ci étant à 6 cm de la fenêtre d'aluminium (la paroi opposée est *vitrée*), la loi se vérifie pour les feuilles d'or, mais non pour la fenêtre d'aluminium, pour laquelle le rapport du carré des distances devient *deux* fois trop grand.

En ce qui concerne l'expérience où M. Perrin a observé, en deux ou trois minutes, une chute des feuilles d'or quand les rayons X ne rencontrent absolument aucun corps électrisé, M. Benoist y voit une confirmation de son évaluation précédente, car cette chute est précisément de 20 à 30 fois plus lente que celle qui s'obtient en quelques secondes dans les conditions moyennes où l'on fait agir directement un tube de Crookes sur un électroscope. Telle est donc à peu près la proportion entre l'effet direct sur le gaz et l'effet direct sur la surface du corps électrisé.

M. Jean Perrin répond qu'il avait cité le temps de chute des feuilles d'or dans une expérience où les rayons les plus voisins passaient à 40 cm du corps déchargé, dans une région où le champ électrique était très faible. En faisant passer les rayons plus près du corps, sans le toucher pourtant, on obtient facilement la chute complète en quatre ou cinq secondes.

REVUE DE LA PRESSE

Sur les pertes de puissance dans les machines électriques, par M. O. T. Bláthy, de Budapest (*Electrotechniche Zeitschrift*, n° 30, 23 juillet 1896). — On a toujours cru jusqu'ici que l'on pouvait déterminer le rendement d'une machine électrique avec suffisamment d'exactitude en ajoutant aux pertes à vide mesurées par un essai, la perte de puissance occasionnée par la résistance ohmique de l'induit. (Nous ne nous occuperons pas dans ce qui va suivre des pertes dans les inducteurs et nous supposerons toujours qu'ils sont excités par une source spéciale.)

Si nous désignons par P_0 la puissance nécessaire pour maintenir en vitesse normale sous la tension de régime une dynamo dont l'induit n'est le siège d'aucun courant, c'est-à-dire pour vaincre les frottements, la résistance de l'air, et compenser les pertes par hystérésis et par courants de Foucault, par r la résistance de l'induit et par i le courant de régime, on pourrait croire, comme on l'a du reste fait jusqu'ici, que la puissance perdue P_i en régime normal peut être exprimée sans erreur appréciable par

$$P_i = P_0 + ri^2.$$

Cette méthode a trouvé jusqu'ici une application générale, surtout quand il s'agissait de déterminer le rendement de grosses dynamos et que l'on ne disposait pas de moteurs assez puissants pour les actionner sous charge.

Une expérience entreprise dans les ateliers de la maison Ganz et Cie, et qui a duré quinze mois, a cependant montré de la façon la plus évidente que cette hypothèse était erronée et que les résultats auxquels elle conduisait étaient fort loin de la vérité. A peu d'exceptions près, la perte en charge était toujours beaucoup plus grande que ne l'indiquait la formule ci-dessus.

Les essais s'effectuaient généralement en accouplant directement et d'une façon rigide ou en réunissant par une courroie deux dynamos identiques, ou une dynamo déjà expérimentée avec une autre dont on désirait connaître les conditions de fonctionnement. L'une de ces deux machines alimentée comme moteur entraînait l'autre

que l'on employait comme génératrice. On mesurait exactement au moyen d'ampèremètres, de voltmètres et de wattmètres, la puissance fournie au moteur et celle que l'on recueillait de la génératrice. On entreprenait une deuxième expérience en intervertissant les poulies et les wattmètres. On éliminait de cette façon les erreurs pouvant provenir d'une différence de fonctionnement des machines employées comme moteurs ou comme génératrices, et aussi celles qui pouvaient être dues à des différences d'étalonnage des wattmètres.

La perte de puissance occasionnée par la variation de la tension de la courroie (avec la variation de la charge) fut également mesurée, mais son influence sur le résultat final fut trouvée très faible.

Les essais portèrent tout d'abord sur les types de la maison Ganz et Cie, des machines bipolaires type Delta, d'une puissance de 50 à 60 chevaux, et ensuite sur les types C ayant 4 et 8 pôles, et dont les puissances varient de 25 à 160 chevaux.

Toutes ces machines sont étudiées avec un soin scrupuleux et construites avec des matériaux de première qualité et par un outillage très perfectionné. L'enroulement de l'induit est logé dans des entailles pratiquées dans les tôles. La résistance de cet enroulement ne dépasse pas 2 à 3 centièmes d'ohm. La fréquence varie entre 900 et 2600 cycles par minute. Ces nombreux essais démontrèrent que la perte de puissance, lors de la pleine charge, peut s'exprimer par une équation de la forme :

$$P_i = P_0 + Cri^2,$$

pour laquelle le coefficient C varie, suivant les machines, entre les valeurs 1,8 et 2,6.

Une machine construite spécialement pour faire des essais et qui donnait une puissance de 110 chevaux à la vitesse de 650 tours par minute, présentait pour le coefficient C une valeur qui s'élevait à 3,5. Nous avons constaté avec cette même machine, que la partie de la perte qui varie avec la charge $(C - 1)ri^2$ reste constante pour une même force électromotrice induite par spire, que l'induit soit bobiné en tambour ou en anneau, pour de basses tensions comme pour de hauts voltages, que l'enroulement soit en parallèle ou en série. La manière dont les fils sont placés sur l'induit n'a aucune influence sur la valeur de cette perte, elle était la même quand les fils étaient placés dans des rainures ou quand ils se trouvaient sur la surface de l'induit et quand l'entrefer se trouvait augmenté de plus du double. L'enroulement induit se trouvait relié au collecteur d'une part et d'autre part à des bagues de contact.

L'expérience fit voir que la valeur de cette perte était la même quand la puissance électrique était émise sous forme de courants alternatifs ou de courant continu.

Elle avait aussi la même valeur, que les masses polaires fussent en fer massif ou en fer lamellé.

Mais ce qui est plus remarquable, c'est que l'intensité du champ ne semble avoir que peu d'influence sur la grandeur de cette perte, qui semble dépendre principalement de la force magnétomotrice (ampères-tours) de l'induit. En effet, lorsque l'enroulement induit est mis en court circuit, et que le champ est si faible qu'il suffit exactement à faire passer dans cet enroulement le courant de régime, cette perte est déjà supérieure à la moitié de celle que l'on constate lors de la pleine charge.

La façon dont cette perte varie avec la vitesse angulaire n'a pu être établie jusqu'ici, du moins d'une manière suffisamment approfondie et exacte. Cependant nous avons remarqué que cette partie de la perte totale qui varie avec la charge augmente plus rapidement que la vitesse, mais moins vite que le carré de cette dernière.

Une machine de 30 chevaux donnant un courant alternatif, mais dont la construction diffère des types normaux (donc la résistance magnétique est constante pour toutes les positions de la pièce polaire relativement à l'armature), le facteur C fut trouvé égal à 7, et la perte variant avec la charge atteignait 14 pour 100 de la puissance normale de la machine.

Parmi tous les types de machines qui furent essayés, un seul donna pour C la valeur 1, c'est-à-dire que la perte dont nous parlons n'existait pas pour cette dynamo, ou si elle existait elle était plus faible que les 0,5 pour 100 de la puissance de la machine. C'est la dynamo à courant alternatif type A, que la maison Ganz et Cie construit depuis plus de dix ans et dans laquelle les inducteurs sont mobiles et affectent la forme d'une roue étoilée (les inducteurs sont lamellés), tandis que les bobines induites sont fixées sur des épanouissements lamellés formés par des tôles de fer découpées en forme de T.

En ce qui concerne le siège de cette perte, nous n'avons pu constater jusqu'ici que la plus grande partie se transformait en chaleur dans le fer de l'induit, tandis que les parties en cuivre, de même que les pièces polaires, sont certainement très peu intéressées. C. B.

Des lampes à incandescence à haut voltage. — La Société qui a été créée dernièrement, sous le nom de « The Municipal Electricial Association », en Angleterre, et qui se compose principalement des directeurs et des ingénieurs des stations centrales, s'est occupée, le mois dernier, lors de sa première réunion annuelle, de questions importantes parmi lesquelles nous trouvons celle qui a trait aux lampes d'incandescence pour de hautes tensions. Le directeur de la station centrale de la ville de Taunton, M. Couzens, fit une communication sur les stations centrales à courant alternatif et sur les lampes à incandescence à hauts voltages, tandis que M. A. S. Barnard, directeur de la station de Hull en fit une autre sur les distributions sous 220 volts de laquelle nous prenons ce qui suit : Si l'on n'est pas encore en mesure de dire aujourd'hui si l'emploi de ces lampes à incandescence comporte un avantage pour le consommateur, il n'est cependant pas douteux que les stations centrales y trouvent un profit énorme. Les câbles existants pourront desservir deux fois plus d'abonnés, le rapport de l'amplitude des variations

de la tension à cette tension elle-même sera réduit de moitié. Les oscillations causées par la mise en circuit de nouvelles machines génératrices ou de moteurs se feront moins sentir. Les consommateurs éloignés pourront également brancher sur le réseau.

L'expérience a démontré que, dans presque toutes les distributions d'électricité de l'Angleterre, les câbles étaient

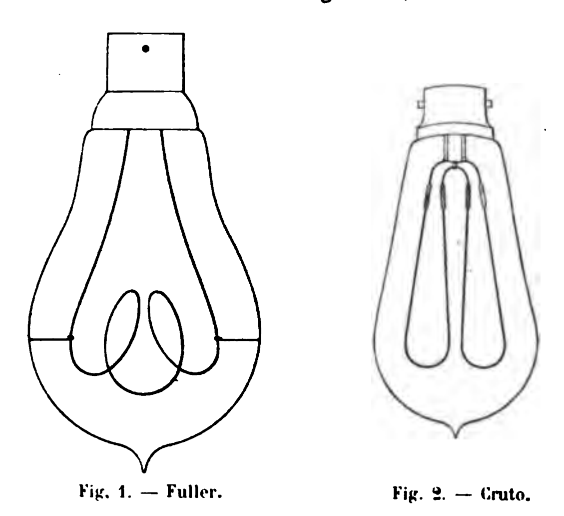


Fig. 1. — Fuller. Fig. 2. — Cruto.

surchargés au bout de quelques années. On pourrait remédier à cet inconvénient soit par l'emploi de lampes à haut rendement, qui consomment 2 1/2 watts par bougie, soit en doublant la tension et en utilisant des lampes de 200 à 220 volts qui consomment 3 1/2 watts par bougie.

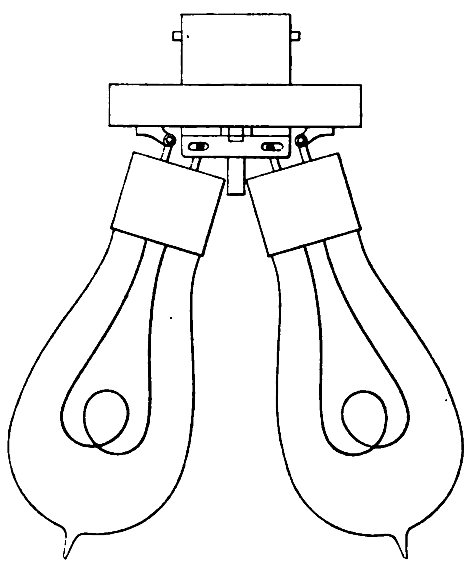


Fig. 3. — Gabriel et Angenault. — Lampes combinées.

Il est vrai que ces derniers demandent 40 pour 100 d'énergie de plus que les premières, mais elles ont par contre une durée bien supérieure, et nous avons remarqué que le public préfère presque toujours celles qui consomment plus de courant, que celles qui en demandent moins, mais qui présentent l'inconvénient de perdre rapidement leur intensité lumineuse, et de devoir être remplacées souvent. En ce qui concerne l'étendue qu'on peut éclairer, M. Barnard nous dit qu'en Angleterre, avec un système de distribution par trois fils donnant 110 volts aux lampes, on n'alimente guère une étendue de plus de 2 1/2 km². De combien cette étendue pourrait-elle être augmentée par l'application d'une tension double ?

L'auteur croit qu'on pourrait aller jusqu'à 10 km² tandis que M. Addenbrooke fixe 60 km² comme limite. A Bradford un réseau sous 230 volts alimente une étendue de 22 km². Les objections qu'on peut faire à propos de l'installation de lampes à haut voltage dans les habitations ne paraissent pas fondées. L'auteur croit que dans bien des cas les hautes tensions sont préférables, car les intensités étant plus petites, l'échauffement des contacts et des appareils sera plus faible ; il faut cependant que les installations soient faites soigneusement. L'inconvénient d'une pareille distribution consiste dans l'impossibilité d'alimenter les lampes à arc séparément c'est-à-dire en parallèle ; pour éviter ce désagrément, M. Barnard propose l'emploi de 4 petits arcs montés en série dans une même lampe.

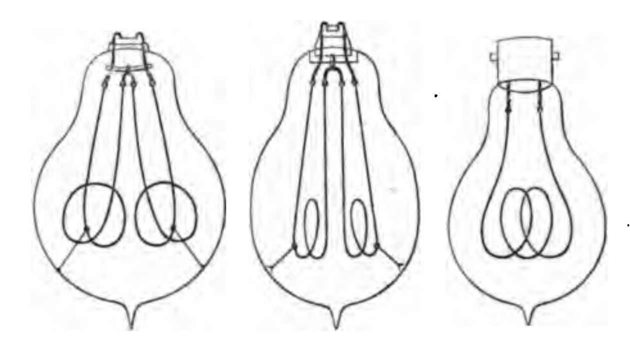


Fig. 4. — Edison-Swan. — 200 et 220 v ; 16 b. Fig. 5. — Sunbeam. 220 v ; 16 b.

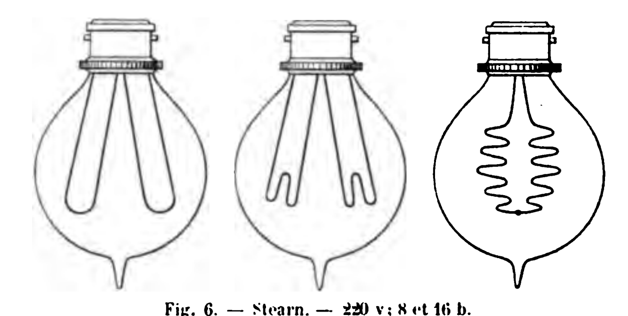


Fig. 6. — Stearn. — 220 v ; 8 et 16 b.

La communication de M. Couzens avait pour objet de démontrer que les lampes à incandescence à haute tension présentent de grands avantages, non seulement pour les stations centrales alimentant leurs réseaux avec du courant continu, mais aussi pour celles qui fournissent des courants alternatifs et distribuent la puissance à des sous-stations, surtout quand les abonnés sont éloignés et disséminés.

La discussion fit voir que les abonnés de la station de Bradford sont très contents des lampes à 230 volts qu'ils utilisent. La sécurité contre l'incendie est, quoi qu'on en dise, moins grande, mais suffisamment grande encore, comme le fait remarquer M. Stern, qui prétend que les

dangers qu'on court par l'emploi de l'électricité, du gaz et du pétrole sont dans le rapport de 1 : 10 : 40 et que par conséquent, si par suite de l'application de la haute tension, la sécurité contre l'incendie diminue un peu, le danger ou les risques sont encore de beaucoup inférieurs à ceux que présente l'éclairage par le gaz.

Les lampes de petite intensité lumineuse se construisent facilement pour 200 volts. Une lampe de 8 bougies pour 200 volts, par exemple, consomme seulement 3,7 watts par bougie, pour 10 bougies seulement 3,2 et pour 16 bougies 3,0 watts par bougie. Leur durée est tout à fait satisfaisante. M. Gibbingo, de Bradford, dit que les premières lampes de 230 volts consommaient 3,7 à 3,8 watts par bougie, après une durée de 1000 à 3000 heures cette consommation s'élevait à 7 watts par bougie.

Nous voyons, par ces discussions, que les électriciens anglais s'occupent sérieusement des lampes à haute tension et que bientôt leur emploi se généralisera. Nous donnons ici (fig. 1 à 6) quelques types de lampes à incandescence à haut voltage qu'on trouve sur le marché.

C. B.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Émile Barrault, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

252948. — **Société The Electric Arc Light C°.** — *Perfectionnements aux lampes électriques à arc* (3 janvier 1896).

252955. — **Henrion.** — *Interrupteur périodique* (7 janvier 1896).

253004. — **Société Electric Selector** et **Signal C°.** — *Dispositif compléteur de phase ou mouvement commencé* (7 janvier 1896).

253929. — **Société Bouvier frères.** — *Nouveau tissu électrique pour production de chaleur* (4 janvier 1896).

252992. — **Rossbach.** — *Appareil pour l'application du massage électrique* (6 janvier 1896).

253164. — **Weisz** et **Epstein.** — *Dispositif électrique pour empêcher automatiquement la rencontre des chemins de fer* (13 janvier 1896).

253146. — **Laurent.** — *Contrôleur électrique de ronde à boutons de contact à double action* (11 janvier 1896).

253202. — **Schwarze.** — *Perfectionnements dans les appareils téléphoniques* (14 janvier 1896).

253238. — **Hodgson** et **Edwards.** — *Perfectionnements dans l'application des téléphones aux circuits de sonneries électriques* (16 janvier 1897).

253110. — **Fiske.** — *Perfectionnements dans les appareils destinés au réglage de moteurs électriques* (10 janvier 1896).

253117. — **Société G. Dorville** et **Cie.** — *Perfectionnements dans les accumulateurs électriques à poids réduit* (10 janvier 1896).

253201. — **Aymé.** — *Accumulateur électrique sous pression* (15 janvier 1896).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie française des câbles télégraphiques. — Cette Société, qui résulte de la fusion de la *Compagnie française du télégraphe de Paris à New-York* et de la *Compagnie française des télégraphes sous-marins*, a passé avec l'État français, le 2 juillet 1895, une convention modifiée par un avenant du 19 décembre 1895, convention qui aura une grande importance sur sa situation future.

Par cette convention sanctionnée par une loi du 28 mars 1896, la Compagnie s'est engagée à poser dans un délai de deux ans à dater du 28 mars 1896, à entretenir et à exploiter pendant trente années un second câble transatlantique devant relier Brest à New-York; elle s'est engagée, en plus, à établir ou à faire établir un câble dit de jonction, destiné à relier le réseau des Antilles à la côte de l'Amérique du Nord; enfin à exploiter et à entretenir les câbles existant actuellement et lui appartenant, entre Brest et Saint-Pierre — Saint-Pierre et Cap Cod.

Par contre, la Compagnie a obtenu du gouvernement, pour l'établissement du câble transatlantique de Brest à Cap Cod, une subvention annuelle de 800 000 fr, pendant trente ans, à partir de la date de mise en service du nouveau câble transatlantique et de la ligne de jonction dont il vient d'être parlé.

La convention fixe comme suit les conditions de fonctionnement de cette subvention :

Les deux tiers des recettes brutes annuelles provenant du produit de la transmission des télégrammes par les deux câbles transatlantiques de la Compagnie, au delà d'un million six cent cinquante mille francs (1 650 000 fr) viendront en déduction de la subvention.

En sorte que le paiement de la subvention ne sera suspendu que durant les années où les recettes des câbles transatlantiques atteindront le chiffre de deux millions huit cent cinquante mille francs (2 850 000 fr).

De plus, l'administration s'est engagée à donner, pendant toute la durée de la convention, à conditions égales de transmission et de tarif, la préférence aux lignes de la Compagnie française, pour la transmission des télégrammes ne portant pas d'indication de voie et destinés à l'Amérique du Nord et aux Antilles.

Ce nouveau câble posé, les recettes de la Compagnie proviendront, d'une part, de la garantie de 800 000 fr de l'État français et d'autre part du produit de l'exploitation du réseau des Antilles et de l'Amérique du Sud.

— Pendant l'année 1896, la Compagnie a dû réparer de nombreux accidents à ses câbles et recourir aux services de la *Société Industrielle des Téléphones* et de la maison Siemens Halske qui, l'une et l'autre, possèdent chacune un navire spécialement aménagé à cet effet.

La maison Siemens Halske ayant, paraît-il, incomplètement réparé le câble de New-York, un différend judiciaire entre les deux Sociétés est en instance.

— Le bilan présenté le 30 juin à l'Assemblée générale présente un solde bénéficiaire de 34 785 63 fr.

Le *compte de premier établissement* présente une augmentation peu importante de 108 403 62 fr provenant notamment des frais nécessités par la transformation de la Société, la construction d'une ligne terrestre à Cayenne, d'une autre ligne terrestre dans la République Dominicaine, etc.; une augmentation de 29 644,20 fr pour achat de matériel destiné au steamer *Pouyer-Quertier*.

Les *câbles en réserve* sont aussi en augmentation, en suite des commandes faites en vue des réparations des lignes Brest-Penzance et Brest-Saint-Pierre.

Les *valeurs en portefeuille* comprennent, en outre, des effets à recevoir, les titres de rente brésilienne représentant le montant du cautionnement au Brésil, cautionnement qui a été restitué et qui attend sa réalisation.

Le passif du bilan ne présente aucun intérêt particulier.

L'ensemble des recettes pendant l'exercice 1895 s'élève à	2 130 611,85 fr.
Qui, déduction faite des recettes et garanties de produits du câble de la Nouvelle-Calédonie.	327 189,80
Qui ont une affectation spéciale, se trouve ramenée au chiffre de (représentant le total des produits du réseau américain)	1 803 422,05
Dans ce chiffre figurent pour (les recettes réalisées sur la ligne de Brest-New-York, jusqu'au moment de l'interruption dont nous avons parlé plus haut, soit, pour une période d'environ six mois)	527 360,41
La somme de (qui reste, après déduction des recettes de la ligne Brest-New-York, représente le montant des produits des lignes des Antilles et de l'Amérique du Sud)	1 276 061,64

Qui se décomposent comme suit :

Recettes des câbles. .	919 344,55	contre	746 626,05	en 1894
Lignes dominicaines .	69 146,03	—	52 440,90	—
Subventions et garanties de produits . .	287 571,06	—	240 345,94	—
Ensemble. . . .	1 276 061,64	contre	1 039 412,89	en 1894

Soit en faveur de l'exercice 1895 un excédent de . . . . 236 648,75 fr.

L'augmentation du chiffre des subventions et garanties de produits résulte du paiement de la subvention de la Guadeloupe, qui a pris cours le 1er janvier 1895.

Les frais d'exploitation du réseau comprenant les lignes de l'Amérique du Nord, des Antilles, et de l'Amérique du Sud s'élèvent ensemble à 985 239,53 fr, chiffre dans lequel les frais afférents à la ligne transatlantique représentent 535 037,42 contre 568 100,55 fr.

Ceux du réseau des Antilles et de l'Amérique du Sud s'élèvent à 450 202, contre 414 348,83 fr en 1894.

Voici le bilan et le compte de Profits et Pertes arrêtés au 31 décembre 1895.

ACTIF

Compte de premier établissement	30 632 245,85 fr.
Steamer *Pouyer-Quertier* et matériel du steamer.	890 265,00
Immeubles	90 000,00
Mobilier stations et installations nouvelles	57 564,70
Câbles en réserve	1 245 985,90
Prime de remboursement et frais d'émission des obligations 5 pour 100 et 4 pour 100	1 658 103,32
Espèces en caisse et chez les banquiers en France et à l'étranger	144 097,66
Valeurs en portefeuille	1 272 994,01
Impôts à recouvrer sur obligations 5 pour 100 et 4 pour 100	10 451,20
Compte de réfection	1 368 998,97
Frais amortissables (1/3)	14 239,82
Débiteurs divers	743 559,31
Comptes divers et d'attente	1 096 919,04
Mobilier Paris et aménagements	38 465,75
Total	39 263 887,25 fr.

PASSIF

Capital actions	24 000 000,00 fr.
Capital obligations 5 pour 100 et 4 pour 100	11 931 500,00
Obligations amorties 5 pour 100 et 4 pour 100	322 517,67
Réserve légale	44 171,28
Réserve pour amortissement du compte de premier établissement	445 000,00
A reporter	36 743 188,95
Report	32 743 188,95
Réserves spéciales	152 386,53
Effets à payer	3 335,46
Coupons et obligations 5 pour 100 et 4 pour 100 à payer	37 200,89
Créditeurs divers	1 601 884,01
Comptes divers et d'attente	691 105,76
Profits et pertes	34 785,63
Total	39 263 887,25 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Dépenses.

Frais généraux		245 606,16 fr.
Abonnement au timbre (obligations)		4 165,27
Service des obligations (intérêts et amortissements)		735 215,25
Impôt de transmission sur actions (exercice 1895)		16 034 72
Frais d'exploitation		1 121 729,02
Correspondants financiers		22 286,34
Changes et intérêts		57 005,61
Redevances		98 246,50
Navire		284 573,51
Amortissement :		
Sur frais amortissables 1/3	7 119,91	
Sur mobilier Paris	2 796,89	
Sur frais d'aménagements (nouveau local)	1 474,05	
		11 393,85
Solde créditeur		34 785,63
Total		2 611 041,44 fr.

Recettes.

Solde de l'exercice 1894	3 268,67 fr.
Recettes de trafic	1 543 040,79
Subventions et garanties de trafic	587 571,06
Réseau terrestre d'Haïti	477 160,92
Total	2 611 041,44 fr.

L'Assemblée a voté les résolutions suivantes :

1° L'Assemblée, après avoir entendu lecture du rapport du Conseil d'administration et de celui des Commissaires chargés de la vérification des comptes de l'exercice 1895, approuve les comptes de cet exercice tels qu'ils lui sont présentés par le Conseil d'administration, laissant à reporter au compte de l'exercice 1896 une somme de 34 785,63 fr.

2° L'Assemblée réélit administrateurs, conformément aux statuts, MM. J. Depelley et Le Bègue.

3° L'Assemblée générale, en exécution de l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, autorise, en tant que de besoin, M. H. Léauté, à remplir les fonctions d'administrateur, tout en conservant les mêmes fonctions à la Société Industrielle des Téléphones.

L'Assemblée générale autorise également, en tant que de besoin, M. Le Bègue, à remplir les fonctions d'administrateur, tout en conservant les mêmes fonctions qu'il remplit à la Société Générale pour favoriser le développement du commerce et de l'industrie en France.

4. — L'Assemblée nomme Commissaires chargés de la vérification des comptes de l'exercice 1896 MM. de Sainte-Marie, de Pontalba et Corrion, avec stipulation qu'en cas de décès, empêchement de l'un des Commissaires, il n'y aura pas lieu de pourvoir à son remplacement et que les autres pourront agir seuls, et fixe à 1 000 fr l'allocation attribuée à chacun d'eux.

INFORMATIONS

La traction électrique à Philadelphie. — Notre consul à Philadelphie, sur la demande de M. le maire de Lyon, a fourni au Conseil municipal de cette ville d'intéressants renseignements sur la traction électrique à Philadelphie.

Voici quelques extraits de sa lettre :

« La traction animale a complètement disparu de Philadelphie depuis deux années, ainsi que la traction par câble

mécanique; il n'y existe plus que la traction électrique par fil aérien ou trolley. Quatre Compagnies existaient au commencement de l'année, savoir :

« 1° La Philadelphie Traction C°, couvrant 158 milles et ayant 800 voitures;

« 2° L'Electric Traction C°, couvrant 100 milles et ayant 550 voitures;

« 3° L'Ocoples Traction C°, couvrant 50 milles et ayant 700 voitures;

« 4° La Hetonville, Mantua et Kairimont C°, couvrant 18 milles et ayant 150 voitures environ.

« Soit un total de 318 milles (512 kilomètres) et 2200 voitures au minimum.

« Ces quatre Compagnies se sont fondues en une seule très puissante, qui a pris le nom d'Union Traction C° avec un capital de 40 millions de dollars, soit 200 millions de francs.

« Le nombre des voitures va être à peu près doublé dans l'exercice actuel, afin d'avoir un service complet de voitures ouvertes pour l'été, et fermées pour l'hiver. Toutes ces lignes, sans exception, sont actionnées au moyen d'un trolley.

« Deux Compagnies importantes fournissent les appareils électriques : l'une, la Westinghouse C°, et l'autre, la General Electric C°.

« Le prix de revient par mille pour équiper ces lignes, comprenant force centrale, dynamos, machines, voitures et matériel d'exploitation, est d'environ 75 000 dollars par mille, soit environ 250 000 fr par kilomètre.

« Le prix de revient pour la production de la force motrice est de 7/10 de cent par mille, soit 0,0215 fr par kilomètre. Enfin, le prix de revient de mise en opération d'une voiture par mille y compris le salaire du conducteur, de l'électricien (motorman) et faux frais, est de 13 à 14 cents par mille et par voiture, soit un peu plus de 40 centimes par voiture et par kilomètre.

« Les moteurs sur chaque voiture sont fournis par les deux Compagnies ci-dessus nommées.

« Il a été calculé qu'il y a avec le trolley une économie de 55 pour 100 sur la traction animale et 20 pour 100 sur la traction par câbles.

. . . .

« L'année dernière (1894), les diverses lignes ont transporté 200 millions de voyageurs, et comme la population est d'un peu plus de 1 million d'habitants, cela prouve que tous les habitants, hommes, femmes et enfants, ont été transportés 200 fois dans l'année. (Le tarif est de 5 cents par personne.)

. . . .

« Il n'y a qu'un inconvénient à ce système, mais il est considérable : c'est le danger provenant de la vitesse. Depuis l'établissement des trolleys (deux ans et demi en moyenne), 109 personnes ont été tuées. Une loi a été passée ordonnant à chaque Compagnie d'avoir aux voitures un appareil protecteur (Fender) caoutchouc et fil de fer pour recueillir les personnes renversées. Le meilleur fender connu jusqu'à ce jour est le « Standard-Fender », fabriqué à Philadelphie. »

The Norway Alkali Estate Company Limited. — Une Société anglo-norwégienne constituée au capital de 2 125 000 fr vient d'acquérir les usines Cappelen, à Skien, pour y monter une fabrique de soude et de chlorure de chaux par l'électrolyse.

Société anonyme d'électricité à Francfort (*Lahmeyer*). — L'Assemblée générale du 22 juillet a décidé l'augmentation du capital, qui sera porté de 2 125 000 fr à 3 750 000 fr.

Les nouvelles actions ne sont libérées actuellement que de 25 pour 100 et elles ont été prises ferme à 110 pour 100 par un syndicat.

La plus grande partie de ces titres seront apportés à une Société en formation et dénommée *Société allemande pour entreprises électriques*.

Compagnie du tramway électrique de Paris à Romainville :

Recettes du mois de juin	36 186,40 fr.
Recettes du 1er au 31 juillet	46 139,15
Total	82 325,55 fr.

Voici le détail des recettes du 16 au 31 juillet :

16 juillet.	1421,25 fr.
17 —	1162,40
18 —	1205,80
19 —	2087,35
20 —	1613,75
21 —	1354,20
22 —	1240,95
23 —	1465,85
24 —	1223,70
25 —	1438,05
26 —	1998,40
27 —	1765,45
28 —	1337,60
29 —	1319,45
30 —	1358,40
31 —	1226,35

Société française des Câbles télégraphiques. — Pour faire face aux dépenses de construction, de pose du nouveau câble de Brest à New-York, la Société a émis 45 000 obligations rapportant 20 fr brut par an.

Ces obligations émises à 475 fr, jouissance du 1er août 1896, sont payables comme suit :

A la souscription.	50 fr.
Du 17 au 20 août.	125
Du 14 au 20 septembre.	150
Du 15 au 20 octobre	150
Total.	475 fr.

elles sont remboursables à 500 fr en 30 années, par voie de tirages semestriels, les 5 janvier et 5 juillet de chaque année. — Le premier tirage aura lieu le 5 janvier 1897. — Le paiement des titres amortis aura lieu les 1er février et 1er août suivants. — La Compagnie s'interdit, avant le tirage du 5 janvier 1902, de faire usage de son droit d'anticiper pour tout ou partie le remboursement des titres encore en circulation.

Enfin, il a été formé, entre les premiers souscripteurs des obligations 4 pour 100 nouvelles, par acte devant Me Dufour, notaire, à Paris, le 24 juillet 1895, sous la dénomination de : *Société civile des obligataires de la Compagnie française des câbles télégraphiques* (*câble transatlantique*) : une Société civile à laquelle la *Compagnie française des câbles télégraphiques* a délégué et affecté expressément :

« 1° Toutes les sommes à provenir à la *Compagnie française des câbles télégraphiques* de la subvention qui lui est accordée par le gouvernement français dans les conditions résultant de la loi du 28 mars 1896;

« 2° Les produits du trafic des lignes télégraphiques transatlantiques, à concurrence de la somme annuelle pour parfaire, avec les sommes à provenir de la subvention de l'État et, s'il y a lieu, pour constituer intégralement les annuités correspondant au service des intérêts et à l'amortissement de la totalité desdites obligations. »

Indépendamment de ces garanties spéciales, ces obligations jouissent naturellement de la garantie générale de la *Compagnie française des câbles télégraphiques*, laquelle, en dehors de sa ligne transatlantique, possède et exploite un vaste réseau télégraphique sous-marin qui met en communication l'île de Cuba, Haïti, Saint-Domingue, les Antilles françaises, Curaçao, le Vénézuéla, les Guyanes et le Brésil, et donne d'importants produits, augmentés des subventions des colonies françaises et hollandaises.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

33 825. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

5e Année. — N° 113. 10 Septembre 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

L'utilisation des accumulateurs dans une distribution à courants alternatifs. — La distribution de l'énergie électrique à Woolwich nous fournit un exemple particulièrement intéressant et pratique de l'utilisation des accumulateurs pour égaliser et répartir la puissance électrique demandée à chaque instant par le réseau, tout en faisant travailler les moteurs à pleine charge. La distribution se fait par courants alternatifs à basse tension et la transmission par courants alternatifs à 2000 volts. Le moteur de l'usine actionne une dynamo à courant continu et un alternateur couplés sur le même arbre. La dynamo à courant continu produit 400 ampères et 100 à 150 volts; l'alternateur 17,5 ampères à 2000 volts. La dynamo alimente des accumulateurs, l'alternateur alimente le réseau de transmission de la distribution par courants alternatifs. Dans ces conditions, le moteur fonctionne toujours à pleine charge, car la puissance produite en excès sur la consommation à chaque instant est utilisée pour la charge des accumulateurs; l'énergie ainsi emmagasinée est ensuite restituée aux heures de la pleine charge, car elle actionne la dynamo à courant continu comme moteur et double, au moment de la pointe du service, la puissance de l'alternateur. De plus, la combinaison permet de parer à toute demande excessive et subite à n'importe quelle heure de la journée, grâce au rôle inverse de producteur ou d'absorbeur de puissance que peuvent jouer instantanément les accumulateurs et la dynamo à courant continu.

La solution adoptée à Woolwich mérite d'être connue et répandue, car elle rendra des services dans tous les cas où l'installation existante devient insuffisante et où l'on désire augmenter sa puissance sans établir de nouveaux moteurs et de nouveaux alternateurs.

La transmutation des métaux. — Après la *Gazette de Francfort*, voici qu'un organe non moins sérieux, *The Mining Journal*, annonce la constitution, en Amérique, par une réunion de capitalistes et d'hommes de science, de *The Argentaurum syndicate*.

Le but de ce syndicat est de poursuivre des recherches, dans une usine créée à dessein, sur la *transmutation de l'argent en or*.

Nous aurions passé cette information sous silence si *The Mining Journal* n'annonçait pas que nombre de savants, parmi lesquels plusieurs sont connus de nos lecteurs, avaient réussi, en *petit*, cette transmutation; et c'est seulement à l'indication de leurs noms et du principe de leur méthode que nous nous bornerons.

Carey Lea, en 1893, fit avec de l'argent un métal dont les propriétés physiques étaient celles de l'or, et les propriétés chimiques celles de l'argent. Le mode opératoire n'est pas indiqué.

Edison, en soumettant de l'argent à l'action d'étincelles électriques, obtint aussi un métal ayant la couleur, la densité, la malléabilité et toutes autres propriétés physiques de l'or.

Tesla obtint le même résultat en bombardant une plaque d'argent avec les rayons X issus d'une électrode d'argent.

Le professeur Ira Remsen, de l'Université John Hopkins, de Baltimore, aurait depuis longtemps déjà fait des travaux analogues et il procéderait, en ce moment, à la construction d'un appareil spécial pour la transformation moléculaire des métaux.

Avis aux alchimistes modernes. Mais il reste à donner à l'*argentaurum* les propriétés chimiques de ce que l'on est convenu d'appeler le précieux métal. F. M.

Rues gazonnées. — On ne saurait faire de plus mauvais compliment à une ville un peu importante qu'en disant d'elle : L'herbe y pousse entre les pavés. D'après le *Sun*, de New-York, il faudra bientôt changer du tout au tout l'opinion générale, et considérer, grâce aux tramways électriques, comme les villes les plus vivantes celles dont les rues sont les plus gazonnées, et en voici les raisons très plausibles. La fréquence des départs des voitures électriques ont conduit, en Amérique, les conducteurs de voitures à conduire leurs véhicules sur les bas côtés des rues, et à ne plus empiéter sur les rails, pour ne pas s'exposer à des changements de direction perpétuels. Avec la traction par chevaux, le pavé entre les rails et leur voisinage, fortement piétiné par les animaux, ne se prêtait pas au développement d'une végétation quelconque, tandis que l'herbe pousse aisément et drûment depuis que la traction électrique a remplacé la traction animale. Dans certaines villes américaines, cet heureux état de choses a été habilement exploité pour faire naître et grandir sur les voies un véritable tapis de verdure du plus agréable effet, tapis interrompu seulement aux croisements des rues et des avenues. Attendons-nous à voir compléter bientôt le matériel d'arroseurs et de balayeurs électriques par des tondeuses de gazon, suivies tout naturellement de ratisseuses non moins électriques. Pour une application inattendue, voilà bien une application inattendue, tout à fait *up-to-date*.

Transformation de degrés Fahrenheit en degrés centigrades. — On sait que pour transformer en degrés centigrades, l'expression d'une température donnée en degrés Fahrenheit, il faut retrancher de celle-ci le nombre 32 et prendre les $\frac{5}{9}$ du reste. L'opération est simplifiée en pratique si, au lieu d'effectuer la multiplication par 5 et la division par 9, on prend la moitié du reste et qu'on l'ajoute à lui-même en ayant soin de reculer le second nombre d'un rang vers la droite, c'est-à-dire d'ajouter à la moitié du reste, le dixième de cette moitié, et, pour plus d'exactitude, le centième de cette moitié.

Exemple : A quelle température en degrés C, correspondent 72° Fahrenheit?

On a : $\frac{72-32}{2}$ . . . . =	20
Le dixième de 20.	2
Le centième de 20	0,2
Total.	22,2

La température 72° Fahrenheit correspond donc à 22°,2 C.

Le moyen est pratique et dispense de l'emploi d'une table de conversion que l'on n'a pas toujours sous la main.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Arpajon (Seine-et-Oise). — *Éclairage.* — Nous apprenons qu'une commission nommée dernièrement en vue d'étudier le projet d'installation de l'éclairage électrique dans Arpajon vient de se réunir. Après un sérieux examen de l'affaire, elle a chargé un de ses membres de préparer d'urgence un rapport qui sera soumis incessamment aux délibérations du Conseil municipal.

D'autre part, on nous affirme que, si la Société qui est en instance pour installer dans cette ville le nouvel éclairage, obtient l'autorisation, il lui sera possible d'inaugurer son service avant 1897.

Briare (Loiret). — *Éclairage du canal.* — Les travaux ayant pour objet l'éclairage électrique du pont-canal de Briare sont terminés.

Ils ont eu un plein succès, et toutes les fois que la hauteur d'eau dépasse un mètre dans le bief de jonction vis-à-vis l'usine électrique, l'éclairage du pont-canal peut être réalisé.

Cet éclairage électrique est assuré sur le pont lui-même par deux séries de lampes correspondant chacune à un côté du pont et comprenant 40 lampes à incandescence; toutes ces lampes sont de 16 bougies. Une seule série suffirait, à la rigueur, pour l'éclairage du pont.

Chacune de ces deux séries est commandée par une dynamo mue par une turbine. Les deux turbines sont actionnées par la chute de 7,94 m existant entre le niveau d'eau du nouveau bief et le niveau d'eau du bief des Combles.

Le débit maximum des vannes motrices est de 190 litres par seconde et on dispose, par suite, d'une puissance de 10 chevaux par turbine.

61 lampes sont placées au-dessus des pilastres en fonte implantés dans chacun des deux garde-corps.

En outre, quatre pilastres en pierre de taille, situés aux quatre angles du pont, portent chacun deux éperons analogues à ceux des colonnes rostrales, et chacun de ces éperons a à son extrémité un faisceau de deux lampes de 16 bougies.

Il y a donc 16 lampes groupées autour des 4 pilastres qui, ajoutées aux 64 lampes isolées, donnent 80 lampes pour l'ensemble du pont.

Camarès (Aveyron). — *Éclairage.* — Nous apprenons qu'un ami du progrès, M. Vergnes, ingénieur, va installer l'éclairage électrique dans trois villages du Haut-Dourdou; une seule usine génératrice suffirait pour éclairer Camarès, Fayet et Brusque.

Les travaux d'installation commenceront sous peu.

Chabeuil (Drôme). — *Éclairage.* — On nous annonce que la station centrale de ce chef-lieu de canton vient d'être installée, les essais viennent d'être faits et le fonctionnement est des plus satisfaisant. Encore quelques jours et nous aurons une nouvelle inauguration à enregistrer.

Chagey (Haute-Saône). — *Éclairage.* — D'ici peu, grâce à la générosité de M. Engel, industriel, qui vient de s'installer dans cette commune, Chagey sera éclairée, par ses soins, à l'électricité : nous adressons au promoteur de cette entreprise tous nos vœux de réussite.

Lavelanet (Ariège). — *Éclairage.* — Le maire a demandé au Conseil municipal quelles seraient ses intentions dans le cas où un particulier voudrait établir toute l'installation nécessaire à l'éclairage électrique : la commune consentirait-elle à se mettre à la place de ce concessionnaire pour contracter l'emprunt voulu pour la mise à exécution de cette entreprise, à la condition que le concessionnaire paierait régulièrement lui-même les annuités ?

Le Conseil a décidé qu'on encouragerait et seconderait l'effort individuel et qu'un avis favorable serait donné à toute demande de ce genre.

Le Havre. — *Traction électrique.* — La Compagnie française Thomson-Houston vient de recevoir l'ordre de commencer les travaux d'installation de la traction électrique sur le funiculaire de la côte Sainte-Marie au Havre.

Cette installation présente cette particularité que la rampe maximum sur la moitié du parcours, soit sur une longueur de 400 m, est de 110 mm par m.

Le service sera effectué par 2 voitures automotrices de 50 places, qui seront actionnées chacune par 2 moteurs GE 1200 d'une puissance totale de 80 chevaux.

Limoges. — *Éclairage.* — Ce ne sera pas sans peine que l'éclairage arrivera à briller définitivement dans les rues de Limoges, néanmoins la question depuis si longtemps agitée (n° 54, **1893**, p. 227, n° 55, **1894**, p. 159, n°s 78, 82, **1895**, p. 111 et 207), est sur le point de recevoir une solution.

La Compagnie du gaz n'ayant pas fait, dans le délai à elle accordé, connaître ses intentions relativement aux offres qu'on lui faisait d'établir l'électricité aux prix et conditions offerts par la Société Laroudie, Rougerie et Cie, le Conseil décide que le traité avec cette société est ferme.

On sait que la Compagnie du gaz réclamait un nouveau délai, sous prétexte que son conseil d'administration ne s'était pas encore réuni.

MM. Laroudie et Rougerie ont promis que la Société d'électricité serait formée avant trois semaines.

Ils vont poursuivre leur projet et aménager la station centrale, utilisant une chute du Taurion, dans le département de la Creuse.

Lodève (Hérault). — *Éclairage.* — Le Conseil de Préfecture s'est enfin prononcé dans l'affaire pendante entre la ville de Lodève et le concessionnaire de l'éclairage public (n° 50, **1894** p. 26). La ville de Lodève a été déboutée de sa demande et condamnée aux dépens.

Ce procès, engagé depuis le mois de juin 1892, roulait sur un article du traité, l'article 49, ainsi conçu :

« Si, par suite des progrès de la science, pendant la durée de l'entreprise, un système d'éclairage public et particulier, autre que celui du gaz hydrogène courant, et plus économique, venait à prévaloir et à être adopté soit à Nîmes, soit à Montpellier, soit dans d'autres villes de France de même importance, le concessionnaire s'oblige, sur la demande de l'autorité municipale et après une application générale de deux ans dans une des villes susdites, à en faire jouir la ville de Lodève jusqu'à la fin de son engagement, aux mêmes prix et conditions que dans la ville ci-dessus, en tenant compte, toutefois, des différences qui pourraient résulter de l'application de ce système d'éclairage à la ville de Lodève, de l'importance comparative de la consommation du gaz et du prix de revient de fabrication. »

Aux termes de cet article du traité, disait l'administration municipale de Lodève, je suis fondée à réclamer la substitution de l'éclairage électrique à l'éclairage au gaz, et elle justifiait ainsi sa prétention.

Il n'est pas douteux que l'éclairage électrique a prévalu, puisqu'un grand nombre de villes l'ont déjà adopté, puisque toutes les communes qui font une installation d'éclairage donnent la préférence à la lumière électrique, puisque enfin les villes qui peuvent se délier des engagements qu'elles ont contractés avec des compagnies gazières s'empressent d'abandonner le gaz en faveur de l'électricité. Et on citait des villes de l'importance de Lodève et des villes d'importance moindre.

Il n'est pas douteux non plus que l'éclairage électrique, à part de constituer un progrès, constitue une économie, puisque dans toutes les villes où l'éclairage électrique fonctionne, le prix de l'énergie électrique est plus bas que le prix du gaz. Et on citait des villes où, malgré que la consommation soit moins importante qu'à Lodève, on paie l'énergie électrique moins cher que le gaz dans cette dernière ville pour obtenir une même intensité lumineuse.

Il n'est pas davantage douteux que l'éclairage électrique peut être installé à Lodève dans des conditions aussi avantageuses que partout ailleurs, puisqu'on y dispose de forces motrices hydrauliques importantes, ce qui aurait pour effet de rendre encore plus économique le nouveau mode d'éclairage. Et on citait des maisons, parmi les plus connues, qui se sont engagées à éclairer la ville de Lodève à l'électricité en lui donnant, sans plus de dépenses, un éclairage d'une intensité presque double de celui qu'elle possède aujourd'hui.

La ville de Lodève est-elle en droit de faire exécuter les dispositions de l'article 49 ? Telle est la question qui s'est posée devant le Conseil de Préfecture et que ce dernier a donné mission aux experts de résoudre. Ce sont les experts qui, en réalité, ont été les juges, et il ne semble pas apparaître qu'ils aient fait preuve d'une grande impartialité. Ainsi, ils ont examiné quelle dépense nécessiterait l'installation de la lumière électrique à Lodève, ils sont arrivés aux résultats suivants : la dépense serait, d'après l'expert de la Compagnie du gaz, de 522 000 fr ; d'après l'expert du Conseil de Préfecture, de 300 000 fr ; et d'après l'expert de la ville, de 200 000 fr.

Le Conseil de préfecture ne pouvait que ratifier le rapport des experts, et comme deux, sur trois, apportaient des conclusions défavorables à la ville, cette dernière ville a été condamnée. La ville de Lodève est très mal éclairée, elle paie excessivement cher un éclairage excessivement mauvais, on l'a reconnu, mais si elle a commis la faute de conclure un traité qui la livre pieds et poings liés à la Compagnie du gaz, elle doit en supporter les conséquences. Et elle en supportera les conséquences jusqu'à 1909, c'est-à-dire que, pendant 14 ans encore, elle continuera à payer 15 000 fr par an un éclairage public qui est notoirement insuffisant tant au point de vue de la durée qu'au point de vue de l'intensité.

Mirepoix (Ariège). — *Éclairage.* — Tout dernièrement le Conseil municipal de cette ville a accepté le traité d'éclairage que lui a soumis le maire. C'est la *Société Ariégeoise d'électricité* de Pamiers qui est chargée de l'installation et qui a la concession du nouvel éclairage.

Narbonne. — *Éclairage.* — Comme suite à ce qui a été dit dernièrement (n° 106, **1896**, p. 219), nous apprenons que la ville de Narbonne vient de mettre en demeure la Société d'électricité d'avoir à établir, avant le 1er janvier 1897, son réseau de distribution afin que ce nouveau mode d'éclairage puisse fonctionner à partir de cette époque.

Saint-Dié (Vosges). — *Éclairage.* — Après bien des pourparlers (n°s 49, 50, **1894**, p. 3 et 27, n° 75, **1895**, p. 4, n° 106 **1896**, p. 219), la question de l'éclairage électrique va recevoir enfin une solution définitive, nous apprenons en effet que la maison Fabius Henrion de Nancy acceptait la concession et allait procéder à l'installation.

La station centrale sera montée par actions au nombre de 500 de 500 fr chacune, M. Henrion en prend une centaine pour son compte personnel.

Toutes les garanties ont été prises d'après le cahier des charges, pour qu'il ne puisse céder son affaire à la puissante Compagnie du gaz Elisen, ces deux Compagnies seront en concurrence dans le but d'assurer, paraît-il, l'éclairage de la ville dans les meilleures conditions.

ÉTRANGER

Cadix (Espagne). — *Éclairage.* — Nous lisons dans *The Times* que la ville de Cadix vient de mettre au concours un projet d'éclairage électrique public et privé de cette ville, dans les conceptions les plus modernes. Ces projets devront être adressés dans le courant de septembre 1896 à la *Sociedad Co-operativa Gaditano de Fabricacion de Gas.*

Les Compagnies, Sociétés ou entrepreneurs qui désireraient prendre part à l'installation sont invités à envoyer des représentants pour traiter personnellement avec la Compagnie.

Gandia et **Alcoy** (**Espagne**). — *Transport d'énergie électrique.* — Une importante station hydraulique pour la production de l'énergie électrique vient d'être achevée et fonctionne d'une façon satisfaisante depuis sa mise en exploitation.

Cette nouvelle station, qui s'ajoute au nombre déjà considérable des stations centrales en Espagne, est située au bas d'une chaîne de montagnes qui sépare les deux villes de Gandia et d'Alcoy (province de Valence) à environ 25 km de chacune des deux villes auxquelles elle fournit l'énergie électrique. La Serpio, à laquelle est empruntée la puissance motrice nécessaire, est une petite rivière sinueuse contournant le bas des montagnes. Ce cours d'eau ne produisant sur son parcours aucune chute naturelle, on a construit sur le flanc de la montagne un canal ayant 5 m² de section transversale qui va à 2 km du point où est érigée la station chercher les eaux de la rivière à l'endroit où son niveau est le plus élevé et les amène à un déversoir muni d'un barrage qui permet d'obtenir une chute effective de 52 m de hauteur avec un débit de de 142 m³ par minute. La station hydraulique, située au-dessous du réservoir, possède deux turbines de 150 chevaux chacune. L'eau est amenée aux turbines par de gros tuyaux en fonte qui sont adaptés au réservoir et viennent aboutir au puits à turbines. Ces dernières sont à arbres horizontaux, les roues de chacune d'elles ont 0,65 m de diamètre. La régulation est obtenue à l'aide de tiges-guides. A cet effet, un régulateur à force centrifuge agit sur un piston hydraulique qui fait mouvoir les tiges-guides.

Des alternateurs Siemens de 110 kw sont directement accouplés aux turbines; la tension aux bornes est de 6500 volts et la fréquence de 50 périodes par seconde. Le tableau de distribution comporte tous les appareils employés avec les courants de haute tension plus deux indicateurs de phase pour le couplage en parallèle des alternateurs.

La ligne est formée de câbles en cuivre nu fixés à des isolateurs à huile portés par des poteaux en bois, lesquels reçoivent également les fils téléphoniques reliant la station génératrice aux deux sous-stations. Le parcours des lignes aériennes est des plus accidentés à travers les montagnes qu'elles ont à franchir avant d'aboutir aux stations transformatrices. La perte en ligne dépasse 14 pour 100 sur la ligne d'Alcoy. Cette localité est éloignée de 30,7 km de la station génératrice. La première transformation du courant s'opère dans une sous-station située à quelque distance de la ville, conformément aux règlements imposés par les autorités locales, règlements qui interdisent l'emploi de courant à haute tension dans le voisinage des habitations.

Cette station comprend 5 transformateurs du type Siemens, d'une puissance individuelle de 40 kw et qui ramènent la tension à 2000 volts.

Le courant, après avoir traversé les appareils de mesure d'un tableau de distribution analogue à celui de la station génératrice, est dirigé par des câbles aériens isolés à une deuxième sous-station, située à peu près au centre de la ville, et qui fait l'office de la distribution générale dans tous les points du réseau après avoir, au préalable, ramené la tension de 2000 volts à 115 pour alimenter des lampes de 110 volts.

Les moteurs installés pour différents usages privés sont alimentés par des câbles dérivant du circuit primaire par l'intermédiaire de transformateurs appropriés. Le système de distribution de la ville de Gandia est en tous points semblable à celui d'Alcoy, à l'exception que la première station transformatrice ne possède que 2 transformateurs de 30 kw chacun. La perte en ligne n'est que de 10 pour 100 en raison de la distance moins considérable qui sépare Gandia de l'usine génératrice et qui n'est que de 20 km.

Liège (**Belgique**). — *Éclairage.* — Les travaux d'établissement de la canalisation aérienne destinée à amener l'énergie électrique de l'usine de Jonfosse à la nouvelle Académie des Beaux-Arts sont sur le point d'être entièrement achevés. Cette canalisation sur poteaux en bois et rosaces en fer passe, par les rues Jonfosse, de la Fontaine, des Fossés, Mississipi, Montagne Sainte-Walburge et aboutit à l'Académie par le terrain situé derrière l'établissement. Dans quelques jours, des essais d'éclairage auront lieu dans tous les locaux pour s'assurer du bon fonctionnement.

Zurich. — *Traction électrique.* — La Société par actions pour la construction du tramway électrique Zurich-Oerlikon-Seebach s'est constituée définitivement il y a quelques jours. L'assemblée comptait 118 actionnaires, représentant 1218 actions avec un capital-actions souscrit de 924000 fr. Elle a ratifié la prise de concession pour cette ligne par la fabrique de machines d'Oerlikon, à laquelle elle a remis la construction de la ligne pour le prix de 800000 fr. La ligne devra être terminée à la fin d'avril 1897. L'assemblée a voté en outre une installation de force motrice particulière dont les frais s'élèveront à 170000 fr.

CORRESPONDANCE

Chinoiseries téléphoniques.

Cher Monsieur,

Je m'empresse de vous signaler une nouvelle chinoiserie à ajouter au grand nombre de celles commises par l'Administration que l'Europe finira par ne plus nous envier....

J'étais l'autre jour à Rouen et je désirais téléphoner à ma maison de Paris.

Je versai 1 fr au bureau télégraphique et l'on m'inscrivit sous le n° 7.

Comme je devais attendre mon tour pendant au moins une demi-heure, je rendis visite à un client voisin de ce bureau.

Lorsque je revins, au bout de la demi-heure, mon numéro ayant été appelé en mon absence, je dus me réinscrire pour reprendre un nouveau rang et *l'on me demanda un nouveau franc!*

Je protestai vainement contre cette prétention, puisque je n'avais pas utilisé la ligne : l'employé de service me répondit que, depuis le 15 juillet, on ne rendait plus l'argent! (ce n'est pas comme au *Pont-Neuf*...), tant pis pour ceux qui n'ont pas le temps d'attendre!...

Le susdit employé avait dû rembourser à l'Administration 2 fr qu'il avait rendus, le 15 juillet, à deux consommateurs qui, comme moi, n'avaient rien consommé!

Comme je n'étais pas le plus fort et que « la force prime le droit », je dus m'incliner et verser à nouveau le franc n° 2.

Mais voici qui est plus fort encore... (c'est comme chez Nicolet!)

On appela en vain ma maison pendant dix minutes (je sus depuis que le commutateur de notre Ader était resté à mi-course) : je dus donc me résigner à télégraphier.

Comme je me retirais passablement vexé de tous ces contretemps et du temps perdu (d'autant plus qu'il faisait beau, par extraordinaire, à Rouen) le télégraphiste me rappela et *me rendit mon franc n° 2* en me disant que *puisque je n'avais pu communiquer avec Paris, je ne devais rien*...!

Donc 1° je ne consomme pas et l'on me met à l'amende de 1 fr (heureusement sans salle de police en plus!) et 2° je consomme dix minutes de ligne Rouen-Paris : je ne dois rien!...

Comprenne qui peut!

J'offre 1 fr n° 3 à qui pourra m'expliquer la logique de tout cela!

Bien cordialement votre A. Grosjean.

CONGRÈS INTERNATIONAL DE CHIMIE APPLIQUÉE

SECTION D'ÉLECTROCHIMIE

(*Suite et fin*[1].)

Séance du 3 août 1896.

L'absence d'un certain nombre de communications annoncées sur l'**Industrie de la soude et du chlore**, le **Chauffage et la soudure électriques**, l'**Application de l'électrolyse aux matières organiques**, et la **Purification des eaux potables et des eaux vannes par l'électrolyse**, a obligé à réduire à trois au lieu de quatre, les séances de la Xe section, et encore cette dernière réunion, entièrement consacrée, comme la fin de la précédente, à l'acétylène, a-t-elle été aussi peu *électro*-chimique que possible. Si, en effet, la production du carbure de calcium est bien électrochimique, il n'en est nullement de même de celle de l'acétylène, non plus que de l'étude de ses propriétés physiques et chimiques, de ses applications et de tout ce qui en dérive, celles-ci ne se rattachant plus que par un lien très indirect, celui de la comparaison, aux sources électriques d'énergie calorifique sous forme de lumière.

Une communication sur l'**Éclairage par l'acétylène**, de M. de Brévans, suivie de quelques observations d'un ingénieur de la Compagnie P.-L.-M. sur les essais faits dans cette voie à ladite Compagnie, d'intéressantes *Analyses de ce gaz* fournies par M. Giraud, et une *Étude* de M. Hubou *sur les applications de l'acétylène* ont suffi à la défrayer.

Dégagée, contrairement aux précédentes, de toute préoccupation personnelle ou industrielle, la communication de M. de Brévans, attaché au Laboratoire municipal, revêt une forme purement technique et emprunte au caractère administratif des recherches dont elle procède la prudente réserve de l'autorité appelée à limiter, surveiller ou contrôler les futures applications du nouveau gaz.

Dans cet ordre d'idées l'auteur a limité sa communication à l'étude des points suivants : *impuretés*, *propriétés explosives*, *action sur les métaux* et *toxicité* de l'acétylène.

Les impuretés de ce gaz peuvent avoir pour effet de diminuer l'éclat de sa flamme et de faciliter l'attaque des métaux en contact avec lui. L'échauffement des appareils, en déterminant un commencement de polymérisation de l'acétylène, a peu d'importance à cet égard. C'est surtout le carbure de calcium industriel qui, par les éléments divers contenus dans les matières premières servant à le préparer, y introduit de l'acide sulfurique, de l'acide phosphorique, de la silice, de l'alumine, de la magnésie et du fer, qui, par suite de réactions complexes dans le four électrique, donnent lieu à la formation de nombreux produits secondaires tels que l'ammoniaque, le sulfhydrate d'ammoniaque, des sulfates, des composés cyanés et sulfocyanés, etc. Le four lui-même peut ne pas être étranger à la présence de calcium, de silice, d'acide phosphorique, etc., dans le carbure. Les analyses révélant la présence de ces impuretés sont longues, délicates et minutieuses; elles ne peuvent être encore que qualitatives, et les hydrogènes phosphoré et silicié ont surtout été décelés dans le produit final.

L'acétylène passant régulièrement dans une série de trois flacons laveurs à sulfate de cuivre ne donna lieu, après trois heures d'expérience, à aucune constatation immédiate; mais le lendemain un précipité brun noir, brillant, s'était formé dans le flacon le plus voisin du générateur; il n'apparut que douze heures après dans les autres flacons où il alla en augmentant pendant huit jours, sans que le gaz fût renouvelé. Recueillis, lavés et desséchés, ces précipités furent reconnus comme différents d'un flacon à l'autre. Celui du premier flacon faisait explosion par le frottement, par le choc et sous l'action de la chaleur; celui du second présentait les mêmes caractères, mais à un moindre degré; le précipité du troisième n'était plus explosible. La même expérience, répétée avec un plus grand nombre de flacons laveurs, a donné lieu aux mêmes constatations avec le même gaz brut, tandis que l'acétylène convenablement purifié n'exerçait aucune action sur la solution de sulfate de cuivre. L'analyse du précipité noir précédemment obtenu fait d'ailleurs supposer que c'est un mélange de phosphure et de siliciure de cuivre, de sulfate de cuproacétyle et d'une quantité variable d'acétylure de cuivre. Sa formation paraît due, au moins en grande partie, à la présence d'ammoniaque dans le gaz; si l'on absorbe préalablement ce corps, le précipité ne se forme pas. On peut conclure de là à la présence d'hydrogène phosphoré et d'hydrogène silicié dans l'acétylène industriel.

Les composés de l'acétylène et du cuivre sont d'ailleurs explosibles même à l'état humide et en présence d'une quantité d'eau relativement considérable, comme on l'a constaté en voulant détacher, à l'aide d'une baguette de verre, le précipité noir ci-dessus, adhérent aux flacons laveurs.

Quant à l'explosibilité de l'acétylène lui-même, elle divise l'opinion des savants; les uns prétendent la conclure de ce qu'il est endothermique, la formation possible d'acétylures métalliques ne pouvant que la faciliter en servant de détonateurs; d'où restriction des applications de l'acétylène avec des canalisations attaquables. D'autres lui refusent cette propriété autrement que mélangé à l'air; il serait, suivant eux, seulement décomposable par une explosion étrangère, et encore les petites explosions qui peuvent se produire ne se propageraient-elles qu'à de très faibles distances.

[1] Voy. *L'Industrie électrique* des 10 et 25 août 1896, n°s 111 et 112, pp. 341 et 367.

Sous des pressions supérieures à deux atmosphères, l'acétylène possède bien des propriétés analogues à celles des mélanges tonnants; mais il n'en est pas de même dans le voisinage de la pression atmosphérique, et l'on est fondé à croire que le danger d'explosion par retour de flamme d'un brûleur au réservoir de gaz légèrement comprimé n'est pas à redouter.

Le choc ne paraît pas davantage déterminer d'explosion du gaz; les acétylures seuls y sont exposés.

Il n'en est pas de même du gaz mélangé à l'air; d'après M. Lewes, le mélange de 1 volume d'acétylène avec 1 1/2 volume d'air commence à être légèrement explosible. La force d'explosion augmente jusqu'au moment où le volume d'air arrive à être égal à 12 fois celui du gaz, point où elle est maxima, pour décroître ensuite, 1 volume d'acétylène pour 20 d'air n'étant plus explosif. Suivant M. Le Chatelier, le mélange de 5 pour 100 d'acétylène dans l'air serait franchement explosible.

Cette question, est, comme on voit, encore très peu élucidée, aussi bien que celle de l'action de l'acétylène sur les métaux et du rôle des acétylures comme détonateurs. Dans tous les cas, ce gaz, humide et non purifié, attaque rapidement le cuivre et le laiton; il est sans action sur l'étain, le plomb, l'antimoine et ses alliages, sur le bronze de nickel et sur le fer. Des expériences plus complètes et plus indépendantes de part ou d'autre fixeront prochainement sur les précautions à prendre ou non dans l'emploi industriel de l'acétylène.

En ce qui concerne sa toxicité, les avis sont également encore très partagés; les uns le déclarent aussi toxique que l'oxyde de carbone; d'autres, comme M. Brociner, n'ont trouvé au spectroscope, dans le sang soumis à son action, aucun caractère particulier, et sa combinaison à l'hémoglobine du sang serait, suivant eux, éminemment instable. Enfin il se pourrait que les composés cyanés, présents dans l'acétylène industriel, fussent seuls la cause de ses propriétés nocives que ne présenterait pas le gaz pur. On n'a, en tout cas, enregistré jusqu'ici aucun accident.

M. de Brévans a terminé sa communication par quelques considérations sommaires sur les gazogènes, divisés en deux groupes : les appareils discontinus et les appareils continus, destinés, les uns à la charge rapide de réservoirs volants de faible capacité, les autres à la charge de gazomètres fixes à emmagasinement et débit permanents. Parmi ceux-ci, les uns sont alimentés par introduction automatiquement réglée de carbure de calcium dans l'eau; les autres fonctionnent par mise en jeu alternative de générateurs montés en batterie qui se chargent à tour de rôle pendant que les autres se déchargent. Le générateur Deroy que décrit l'orateur est au nombre de ces derniers.

A la suite de cette communication, M. Giraud donne quelques **Résultats d'analyses** faites par lui sur **de l'acétylène** obtenu dans les conditions ordinaires, mais avec la moindre quantité d'eau possible. Elles avaient pour but de déceler les impuretés, hydrogène phosphoré, ammoniaque et hydrogène sulfuré, contenues dans 1 mètre cube de gaz et ont donné, en grammes, les poids suivants dans quatre analyses successives :

	1.	2.	3.	4.
PhH^3	0,825	1,715	1,072	0,447
AzH^3.	0,425	0,481	0,06	2,79
H^2S	0	0	0	1,512

Le gaz avait été lavé avant la troisième analyse, ce qui explique la faible proportion d'ammoniaque révélée par elle.

Quant à l'absence d'hydrogène sulfuré dans les trois premières, malgré la présence de sulfure de calcium dans le carbure, elle est à noter, de même que la forte proportion de ce gaz dans la dernière coïncide avec la présence de sulfure d'aluminium dans le carbure ayant servi à la préparation.

L'absorption de l'acétylène et des gaz précédents par le brôme a permis en outre de déterminer en centièmes les proportions d'azote et d'oxyde de carbone contenues dans le gaz expérimenté; on a trouvé :

	1.	2.	3.	4.
Gaz absorbés par le brôme . . .	99,49	95,90	98,451	98,504
Az	0,43	2,91	1,027	1,125
CO	0,08	1,19	1,486	0,572

L'auteur estime d'ailleurs que c'est par formation d'acide phosphorique que se bouchent les orifices des becs à acétylène et que, sans oxygène, ce gaz n'attaque pas le cuivre; il faut passer par l'oxyde pour avoir de l'acétylure de cuivre.

L'Étude sur les applications de l'acétylène de M. Hubou, ingénieur à la Compagnie des chemins de fer de l'Est, venant après les précédentes, ne comportait pas toute l'ampleur indiquée par son titre originaire. L'auteur a dû la restreindre aux *applications à l'éclairage des voitures de chemins de fer*, principal objet de ses travaux, et cette étroite limite ne lui a rien fait perdre de son intérêt.

Après avoir constaté les compositions et les états physiques très différents sous lesquels se présente le carbure de calcium suivant les provenances, certains échantillons étant très durs, d'autres plus friables et spongieux, l'auteur établit que 1 kg de bon carbure de calcium doit, sous l'action de l'eau, donner 300 gr de gaz renfermant lui-même 99,5 pour 100 d'acétylène absorbable par le chlorure de cuivre ammoniacal, son réactif caractéristique.

Sans s'arrêter à l'emploi de l'acétylène liquéfié ou même seulement comprimé, qui demande encore des études, il n'envisage que son utilisation à l'état gazeux sous faible pression, telle que celle du gaz ordinaire d'éclairage. Deux méthodes se présentent naturellement à l'esprit pour la production de ce gaz : l'une consiste à faire arriver l'eau sur le carbure de calcium; l'autre, inverse, à faire tomber peu à peu le carbure de calcium dans l'eau. La première a l'inconvénient de provoquer

un grand dégagement de chaleur, de laisser dans le gaz produit une certaine quantité d'autres composés plus ou moins nuisibles et de déposer sur le carbure une couche de chaux qui gêne la réaction ultérieure; la seconde est préférable en ce que l'hydrogène sulfuré et l'ammoniaque qui peuvent se dégager sont retenus par l'eau sans se mélanger au gaz utile, et que la chaux formée se délite sans entraver la marche progressive de l'opération.

Dans tous les cas la fabrication, si simple qu'elle soit en principe, exige certaines précautions réalisées avec plus ou moins de succès dans les nombreux appareils déjà construits à cet effet. Le soulèvement de la cloche doit se faire facilement et sans hésitation, de manière à éviter des augmentations de pression; le réglage d'arrivée des corps mis en présence demande une certaine précision relative; l'acétylène dégagé doit être soustrait au contact prolongé de l'eau; il y a également lieu de se prémunir contre une action secondaire de la chaux qui, après avoir absorbé, pour s'hydrater, deux fois son poids d'eau, la libère ensuite sous l'action de la chaleur, cette eau venant, à son tour, attaquer le carbure de calcium.

Au point de vue de la bonne utilisation du gaz et de son pouvoir éclairant, le bec Manchester, dans lequel il s'échappe par deux petits orifices opposés l'un à l'autre sous un certain angle et où le choc des deux jets détermine l'étalement de la flamme en une nappe mince très lumineuse, paraît donner les meilleurs résultats. Ces becs, il est vrai, ne se mettent pas en veilleuse : une pression déterminée est nécessaire; d'un autre côté, les petits orifices sont susceptibles de se boucher par dépôt de charbon ou autres corps; mais, sous une pression bien réglée et avec de fréquents nettoyages, ils atteignent une bonne durée, et leur coût peu élevé a une très faible influence sur le prix de revient de l'éclairage.

Des essais probablement guidés par des vues différentes, et en tout cas toujours délicats en raison des colorations variées des flammes comparées, ont fourni pour le pouvoir éclairant de ce gaz des résultats très divers, empreints d'exagérations dans un sens et dans l'autre et variant entre 15 et 35 fois la valeur de celui du gaz de houille. Le nombre donné par M. Violle est de 20 fois le pouvoir éclairant du gaz ordinaire, pour une consommation spécifique de 5,56 litres d'acétylène par carcel-heure. Comparativement aux becs Auer 1 et 2, consommant respectivement 28 et 24 litres de gaz de houille par carcel-heure, le pouvoir éclairant de l'acétylène est encore trois fois et demie supérieur. Si on le compare au gaz d'huile employé dans l'éclairage des voitures de chemins de fer, on trouve qu'on peut remplacer un bec de 25 litres de gaz riche donnant un pouvoir éclairant de 0,7 carcel par un bec à l'acétylène de 12 litres donnant un pouvoir éclairant de 1,5 carcel, soit, à volume égal, 4 fois et demie le pouvoir éclairant du premier.

Des essais faits à la Compagnie de l'Est il résulte d'ailleurs que : pour des becs de moins d'un carcel, la consommation est de 8,5 litres d'acétylène par carcel-heure; de 8 litres pour des becs de pouvoir éclairant compris entre 1 et 2 carcels; de 7,5 pour des becs de 2 à 5 carcels; de 7 litres pour des becs de 5 à 10 carcels; et enfin, au-dessus de 10 carcels, de 5,56 litres d'acétylène par carcel-heure, conformément au chiffre donné par M. Violle.

Pour comparer le prix de revient de l'éclairage par l'acétylène à celui des différentes sources de lumière usitées, on a admis 40 fr les 100 kg comme coût du carbure de calcium, par marchés importants tels que ceux que comportent les besoins d'une Compagnie de chemins de fer. Si ce carbure donne 300 litres d'acétylène par kg, le prix du gaz s'établit à 1,35 fr le m³ qui, tous frais compris, main-d'œuvre et amortissement des appareils, peut être porté à 1,40 fr le m³. Pour les autres modes comparatifs d'éclairage on a d'ailleurs admis les prix de revient suivants :

Bougie de stéarine	2,00 fr le kg.
Huile de colza épurée (dans Paris) . . .	1,05 —
Pétrole de luxe	0,97 —
Gaz de houille	0,30 fr le m³.
Lampe à incandescence	1,00 fr le kw-h.

Dans ces conditions le tableau ci-dessous résume les prix de revient, au bec-heure, des différents brûleurs courants et celui de l'éclairage correspondant au moyen de l'acétylène.

SYSTÈME.	POUVOIR ÉCLAIRANT.	CONSOMMATION HORAIRE.	CONSOMMATION ÉQUIVALENTE EN ACÉTYLÈNE.	PRIX DE REVIENT.	
				BEC.	ACÉTYLÈNE.
	carcels.	grammes.	litres.	centimes.	centimes.
Lampe carcel . . .	1	42	8	4,4	1,2
Lampe à pétrole 18 lignes, rond .	3,2	80	24	7,7	3,6
Gaz :		litres.			
Bec papillon . . .	1	140	8	4,2	1,2
Bec parisien . . .	5,72	200	40	6	6
L'Industriel . . .	7	350	49	10,5	7,3
Lampe Wenham . .	11,09	283	61	8,5	9,1
Bec Auer	3	85	22,5	2,6	3,4
Bec Auer	5	120	37,5	3,6	5,6
Lampe à incandescence.	1	watts-heure. 30	8	3	1,2

Les prix afférents aux becs Auer ne comportent pas le renouvellement des manchons.

En ce qui concerne l'éclairage des voitures à voyageurs sur les chemins de fer :

La consommation d'un bec Manchester à l'acétylène représente, à raison de 12 litres à l'heure, 0,018 fr avec un pouvoir éclairant de 1,5 carcel;

Celle d'une lampe à huile par compartiment, 0,0132 fr le bec-heure;

Celle à pétrole, 0,0116 fr la lampe-heure; soit 0,0232 fr pour deux lampes-heure dans les compartiments de 1re classe;

L'éclairage au gaz d'huile d'une voiture de 1re classe revient à 0,018 fr le bec-heure;

L'éclairage au moyen d'une lampe à incandescence de

10 bougies coûte, suivant la Compagnie du Nord, 0,028 fr l'heure.

Ainsi, dans les conditions actuelles, l'acétylène ne coûte pas plus cher que le gaz d'huile qui réalise aujourd'hui le meilleur éclairage des voitures à voyageurs, et il donne, en outre, à volume égal, 4,5 fois autant de lumière. Sa flamme est d'une remarquable blancheur, et sa fixité absolue, quelle que soit la vitesse du train et malgré les trépidations et chocs aux croisements de voies.

Si, comme on peut l'espérer, le prix du carbure de calcium descend au-dessous de 400 fr la tonne, l'acétylène permettra aux Compagnies de chemins de fer de réaliser, en même temps qu'une économie, un éclairage de beaucoup supérieur à celui que donnent les autres systèmes.

Quant aux objections faites à l'emploi de ce gaz : explosivité, attaque des métaux, toxicité et mauvaise odeur, sans revenir sur l'étude qui en a été développée dans la communication précédente, M. Hubou estime, d'après les expériences auxquelles il a participé, que le gaz acétylène (toutes réserves faites provisoirement sur son emploi à l'état liquide) ne doit pas, quand il est pur et sous une faible pression ne dépassant pas 6 atmosphères, être considéré comme explosif dans les conditions ordinaires d'utilisation, et que, mélangé à l'air, il n'est dangereux que si l'on ne prend pas les précautions habituelles déjà indiquées et pratiquées pour l'emploi des autres gaz. D'autre part, les alliages de cuivre, le laiton et le bronze, pas plus que le zinc et le plomb, ne sont attaqués, suivant lui, d'une façon appréciable. Enfin il est, dit-il, moins toxique qu'on ne le croit généralement, et, en tout cas, cet inconvénient, aussi bien que sa mauvaise odeur, sont annihilés, en ce qui concerne l'éclairage des trains de voyageurs, par la disposition de la lampe qui isole complètement l'atmosphère du compartiment tant du gaz lui-même que des produits de la combustion.

Cette communication a clos les travaux de la Xe section du Congrès.

Séance de clôture du 5 août 1896.

Comme celle d'ouverture, cette séance s'est tenue dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne dont les déplorables échos doivent encore retentir des compliments, félicitations et spirituelles saillies qui en ont fait les frais. M. H. Boucher, ministre du Commerce et de l'Industrie, l'a présidée avec beaucoup de bonhomie, d'entrain et d'esprit qui ont substitué une grande cordialité à une solennité toujours un peu apprêtée en pareille circonstance.

Après une courte allocution du Président du Comité d'organisation, le Secrétaire général du Congrès, M. Dupont, en a résumé les travaux en indiquant les vœux formulés par les diverses sections, vœux immédiatement approuvés un à un par l'assemblée, et dont M. H. Boucher a promis de se faire l'interprète auprès de ses divers collègues du Ministère qu'ils intéressent plus particulièrement. Ce qui nous a le plus frappé dans son discours, c'est la satisfaction très légitime avec laquelle, en dehors de tout chauvinisme, il a accueilli l'évolution de plus en plus marquée vers l'adoption universelle du système décimal et métrique, et la substitution des mesures en poids aux mesures en volumes. Nous ne pouvons que nous associer, dans l'intérêt de la science, à la réalisation de cette unification tant et depuis si longtemps désirée.

L'assemblée avait ensuite à fixer le lieu de la prochaine réunion bisannuelle du Congrès. L'Italie et l'Autriche, Turin et Vienne, ont rivalisé d'empressement à lui offrir une chaleureuse hospitalité. Le concours simultané d'un autre Congrès a fait donner la préférence à cette dernière ville, et bonne note a été prise de l'offre de Turin pour une réunion ultérieure, sous réserve de l'année 1900 que l'Exposition universelle de Paris assigne naturellement comme date de nombreux congrès scientifiques en France.

L'absence d'étiquette qui, comme nous le mentionnons plus haut, a signalé cette séance de clôture, a, suivant nous, été peut-être poussée un peu trop loin en ce sens que le président effectif du Congrès, M. Berthelot, dissimulé au milieu des nombreux savants français et étrangers qui remplissaient l'hémicycle, n'occupait pas la place qui lui était due, à droite du Ministre ayant à sa gauche M. Lindet. La simplicité est assurément une bonne chose; mais elle ne doit pas faire négliger les convenances.

Dans le même ordre d'idées et en l'absence de vœux formulés par la section d'électrochimie, nous nous permettrons d'en émettre trois : le premier, c'est que les vice-présidents nommés par leurs collègues veuillent bien se faire l'honneur de paraître, ne fût-ce qu'une fois, aux réunions dont ils sont virtuellement les plus beaux ornements; le second, c'est que les orateurs inscrits d'avance au programme n'éludent pas, sans motif grave ou excuses, des communications sur la promesse desquelles nombre de congressistes intéressés prennent la peine de se déranger; le troisième enfin, c'est que les affaires de famille, si bien dissimulées qu'elles soient sous un titre quelconque, soient proscrites de ces réunions exclusivement réservées aux questions purement scientifiques ou techniques.

Nous espérons qu'il en sera ainsi à Vienne en 1898.

Nous avons omis dans ce compte rendu sommaire les accessoires, aujourd'hui obligatoires, de toutes les réunions de ce genre, banquets et excursions. Nous regrettons de n'avoir pu y prendre part. Indépendamment de leur charme intrinsèque, ils sont souvent le point de départ de relations agréables, parfois même de précieuses amitiés.

E. Boistel.

LE

CONGRÈS INTERNATIONAL DES ÉLECTRICIENS

DE GENÈVE

(SUITE [1])

PERTURBATIONS TÉLÉPHONIQUES DUES AUX COURANTS ALTERNATIFS

Cette question est d'une importance capitale pour l'avenir des installations électriques industrielles, puisque le téléphone est un monopole d'État : celui-ci, étant le plus fort, tient malheureusement le bon bout. Elle a été discutée le 5 août en séance plénière sous la présidence de M. Ernest GÉRARD, ingénieur en chef des chemins de fer de l'État belge, et développée dans un rapport en allemand présenté par M. le Dr *Wietlisbach*, de Berne [2]. Ce rapport se termine par quelques conclusions presque identiques à celles prises par la commission spéciale nommée à la fin de la séance.

Après un exposé succinct du rapport de M. le Dr Wietlisbach, fait en français par M. *A. Palaz*, M. E. GÉRARD, *Président*, expose brièvement le côté juridique de la question.

Aux États-Unis d'abord, la thèse du droit du premier occupant donna aux Compagnies téléphoniques le privilège de l'utilisation des voies publiques, puis ces mêmes jugements furent infirmés, aux États-Unis même, par des arrêts reconnaissant la traction électrique comme un progrès accompli dans les moyens de transport, c'est-à-dire dans un mode d'utilisation de la voirie.

En Angleterre, un jugement récent, rendu par le tribunal de première instance de Leeds en cause de la *National Telephone Co* contre la Société du Tramway à fil aérien, tout en confirmant ce droit, le restreint cependant et le subordonne à la condition de réparer les dommages causés à d'autres services utiles. Toutefois cette réparation n'est pas obligatoire si *les pouvoirs publics*, en octroyant l'autorisation au tramway, ne la subordonnent pas à cette obligation, et pourvu que la Compagnie du tramway se borne à l'usage *normal et raisonnable* de ses droits.

La jurisprudence n'est donc pas uniforme; elle abandonne les tramways à la merci des pouvoirs publics; en conséquence, il est prudent pour ceux-ci de se garer contre les causes de dommages qu'ils peuvent commettre même envers des tiers qui font usage de la voirie et dans des conditions normales et raisonnables de l'exercice de leur droit.

Une première conclusion se dégage de ce fait, c'est qu'il est inopportun pour le Congrès de discuter le côté juridique de la question des perturbations téléphoniques et qu'il y a lieu d'aborder le côté technique.

Ici l'orateur fait ressortir toute l'importance des prescriptions techniques et en cite un exemple frappant. Tout en rendant hommage à la sagesse et à la science qui marquent les prescriptions du *Board of Trade*, il montre où peut conduire l'application de l'une des clauses des *Electric traction regulations;* l'article 5 exige qu'entre le point le plus éloigné du circuit de retour et le plus rapproché de l'usine génératrice, la différence de potentiel ne soit pas supérieure à 7 volts. La Société nationale belge des chemins de fer vicinaux ayant, dans un cahier de charges de 1895, inséré cette clause pour la transformation de 20 km de ses voies en lignes électriques, dut écarter tous les soumissionnaires, parce que, à côté de la dépense de 1 200 000 fr environ pour tous les autres postes, le circuit de retour eût coûté en conducteurs spéciaux plus de 500 000 fr, alors que les feeders alimentant le fil de trolley n'étaient cotés, en moyenne, qu'à 75 000 fr. Cette clause n'était pas soutenable et fut abrogée dans la suite.

M. Gérard prie les membres qui ont eu l'occasion de procéder à des essais ou de faire des observations expérimentales de vouloir bien en donner connaissance à l'assemblée.

M. G. KAPP ayant assisté lui-même à des essais semblables à ceux que fit M. le Dr Wietlisbach sur l'influence du bruit dû au roulement, a constaté que l'établissement de la voie sur bois, fer ou béton n'était pas sans influence.

En ce qui concerne la chute de potentiel le long de la ligne de retour, le *Board of Trade* admet 7 volts de perte sans que, pratiquement, cette limite soit justifiable.

M. Kapp estime cette limite trop élevée, vu les dommages qui en résultent par suite d'électrolyse. On ne peut isoler parfaitement les rails de la terre, mais les câbles de retour peuvent localiser le retour du courant grâce à leur haute conductibilité et grâce à l'adoption de survolteurs.

M. von HEFNER-ALTENECK entretient le Congrès de la loi de l'Administration des Postes et Télégraphes qui régit la matière en Allemagne et dont les résultats ont été assez satisfaisants pour concilier les intérêts de l'État et ceux des Sociétés industrielles.

En ce qui concerne la protection des stations téléphoniques et télégraphiques contre les contacts des circuits téléphoniques et télégraphiques, l'Administration impériale a renoncé à tous plombs fusibles. Elle limite cette protection aux conduites secondaires pour éviter les incendies.

M. HILLAIRET entretient le Congrès des survolteurs dont a parlé M. Kapp et qu'il juge excellents; il attire l'attention sur les conditions diverses dans lesquelles les voies sont établies et dit que l'application du fil de retour, d'une manière générale, ne peut être préconisée sans

---

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 25 août 1896, n° 112, p. 365.

[2] Ce rapport, assez long, a été traduit et publié *in extenso* dans *L'Éclairage électrique* du 29 août 1896.

exception. Il parle, en outre, des essais de câbles si délicats du fait de la polarisation entre les rails et les câbles. Il préconise également le filet de garde comme seul efficace pour la protection des lignes industrielles.

M. Thury insiste sur la question des survolteurs dont il déclare l'application parfaite. Le sectionnement des lignes de retour et l'application de survolteurs en série avec bons éclissages et fils de retour convenables assurent une marche parfaite.

M. Rosen expose les expériences faites en Belgique sur les perturbations téléphoniques, notamment à Bruxelles, par M. Boulvin, sur la mesure et la résistance des rails qui servent de retour au courant alimentant l'installation de tramways électriques faite entre la gare du Nord et la gare du Midi par les boulevards circulaires. Cette résistance, mesurée par la méthode ordinaire, a été trouvée, pour une longueur de voie de près de 5 kilomètres, être de 0,0084 ohm; c'est-à-dire beaucoup inférieure à la résistance théorique calculée.

Par suite des perturbations produites, dans le réseau téléphonique, par l'installation de la traction électrique, on a procédé à quelques mesures de la différence de potentiel entre la terre et les postes des abonnés les plus influencés. Cette différence de potentiel pour quelques abonnés situés dans le voisinage de la station centrale des tramways s'est élevée jusqu'à 3 volts.

Les réseaux téléphoniques belges étant encore, pour la plupart, à fil simple, on a cherché un palliatif aux influences perturbatrices dues à la traction électrique.

On a donné à quelques abonnés fortement influencés par les courants du tramway un fil de retour commun. On plaçait aussi une quinzaine de postes d'abonnés sur un même fil de retour; celui-ci étant aussi homogène que possible au fil d'aller. Un commutateur permettait à l'abonné de reprendre sa terre ou de se mettre sur le fil de retour commun.

Ce remède n'a pas donné de fort bons résultats, il présentait d'ailleurs le grave inconvénient de se prêter à des indiscrétions dans la transmission des messages.

M. Palaz estime que la tension de 500 volts dont parle M. Wietlisbach ne peut être fixée d'une manière invariable.

La discussion étant close, M. le Président donne lecture à nouveau des conclusions du rapport de M. Wietlisbach et M. Palaz propose le renvoi de l'étude de ces conclusions à une commission.

M. Kapp pose une question de principe et demande qu'il soit établi que les décisions du Congrès ne soient envisagées que comme des simples vœux.

M. le Professeur Palaz est d'accord avec cette demande, qui est l'énoncé même de sa manière de voir.

On procède à la nomination d'une commission composée de MM. *E. Gérard*, *Wietlisbach*, *Lattes*, *Hillairet*, *Thury*, *Kolben* et *Kapp*.

Voici les conclusions du rapport de M. Ernest Gérard présentées au nom de la commission et adoptées à l'unanimité sous forme de vœux dans la séance du 8 août :

CONCLUSIONS

1. Les réseaux téléphoniques peuvent être efficacement protégés contre les perturbations dues aux courants industriels par la suppression du retour par la terre et l'emploi d'une double ligne.

2. Les circuits industriels, qui transportent des courants plusieurs millions de fois plus intenses que les courants téléphoniques, doivent être établis dans les meilleures conditions d'isolement et de compensation pour réduire les fuites et les effets d'induction au minimum.

3. Partout où une partie du circuit industriel à courant continu est à la terre, comme pour le cas des chemins de fer, on doit, dans la mesure du possible, recourir à des mesures spéciales pour réduire les perturbations téléphoniques :

a. Bon isolement de la ligne de prise de courant et de toutes les parties électriquement en contact avec elle.

b. Câbles de retour isolés depuis les points les plus chargés du réseau et éventuellement reliés à des survolteurs.

c. Éclissages soignés, liaisons transversales entre les rails, fil spécial de retour;

d. Chercher à éviter dans la construction du moteur toute disposition tendant à entraîner une ondulation du courant.

4. Dans le cas de croisement aérien des lignes téléphoniques et des circuits industriels, l'adaptation de fusibles dans les lignes téléphoniques suffit lorsque la tension des courants industriels est inférieure à 750 volts. Dans le cas de tensions supérieures, l'emploi des dispositifs de garde d'une efficacité absolue et avec liaison à la terre est indispensable.

PROTECTION DES LIGNES A HAUTE TENSION CONTRE LES DÉCHARGES ATMOSPHÉRIQUES

RAPPORT DE M. ROGER CHAVANNES.

Messieurs,

Ce sujet devait être introduit auprès de vous par M. le Dr Denzler, de Zurich, dont vous connaissez les travaux sur cette question, et dont la compétence sur ce sujet vous eût valu un travail aussi sérieux qu'instructif.

M. Denzler ayant été empêché de se rendre au Congrès, le Comité d'organisation du Congrès m'a prié, au dernier moment, de le remplacer. Mon incompétence en pareille matière m'eût fait décliner avec plaisir cet honneur, si je n'avais senti que c'était un devoir que de tirer d'embarras le Comité. En outre, la valeur d'un rapport d'introduction d'une discussion est un point secondaire : si ce rapport est trop bien fait, la discussion ne peut aboutir qu'à l'approuver et languit; si ce rapport, au contraire, énonce quelque vérité douteuse, on généralise en théorème

pompeux un fait particulier : la contradiction y trouve son compte et la discussion s'anime.

Je vous présenterai donc quelques idées personnelles, très incomplètes, et les résumerai en thèses, vous chargeant, Messieurs, de corriger, d'élaguer, de contredire, et d'aboutir à la vérité que je ne saurais me flatter d'avoir même entrevue.

Après ces quelques mots nécessaires, je commence.

Vous savez qu'il existe deux sortes d'électricité : l'une est utile, agréable, et presque nécessaire — c'est celle que nous faisons produire aux machines si variées de but et d'aspect ; l'autre est nuisible, désagréable, capricieuse, et, — véritable Protée, prend toutes les formes pour tracasser la première et se jouer des lois et même des administrations — cette seconde électricité nous vient des nuages.

Maître de produire la première espèce d'électricité nous avons pu en discerner les lois et bâtir sur ces lois des monuments d'x et d'y.

Connaissant peu la seconde et ne pouvant la reproduire qu'en très petit, nous ne la manions qu'à l'état d'enfant, et l'adulte prétend se moquer de nous.

Les anciens, qui savaient tant de choses, avaient donné comme maître à la foudre le maître des dieux et le plus volage des époux. Nous avons changé les noms, et commençons seulement à sonder la nature et les lois qui régissent ces immenses étincelles qui nous viennent du ciel.

Si nous n'avions à nous occuper que de ces grandes étincelles, nous aurions peu de choses à faire ; car il ne paraît guère aujourd'hui qu'on puisse se garer absolument de leurs puissants effets. Mais chaque éclair produit dans les circuits isolés de la terre et dans un rayon très éloigné une décharge très variable d'intensité, et c'est contre ces décharges qu'il y a lieu de se garer. Notre étude se restreindra plus spécialement à ces décharges dans les lignes à haute tension.

Pour éviter les effets de ces décharges il existe un seul moyen, c'est de les conduire à la terre. C'est le but des parafoudres dont je n'entreprendrai pas de vous décrire les formes. Dès les premières installations à lignes aériennes à haute tension, la nécessité de couper l'arc formé par la décharge est apparue, ainsi que l'obligation d'en munir chaque conducteur. Ces appareils coupant les courts-circuits rendent inutiles les plombs de sûreté, qui semblent devoir être proscrits, en quelque grand nombre qu'on les place, car, par les forts orages, il arrive trop souvent que tous sont détruits et qu'ils suppriment ainsi le parafoudre.

La première chose à rechercher sur les lignes à plusieurs conducteurs serait de savoir si la décharge se produit sur un conducteur plutôt que sur un autre. Il avait semblé un moment que le fil inférieur recevait la décharge plutôt que les autres, et qu'en tout cas jamais tous les conducteurs à la fois ne la recevaient. Cette indication ne s'est pas toujours vérifiée et la seule loi qu'on puisse donner me semble être que la décharge passe par le chemin le plus facile pour aller à la terre.

Ce chemin le plus facile est défini par trois facteurs : résistance ohmique, self-induction, contact à la terre. On a attribué trop peu d'importance à la self-induction, d'où sont nés souvent des accidents qui paraissent au premier abord inexplicables.

Comme tout angle est affecté de self-induction, ainsi que tout parallélisme des conducteurs affectés par la décharge il semble que la première qualité d'une installation de parafoudre consiste à mettre les conducteurs à décharger les parafoudres et leurs lignes de terre en ligne droite. Quand cela n'est pas possible, il faut tout au moins arrondir tous les angles. Je pourrais citer nombre de cas où l'oubli de cette règle a amené de sérieux accidents.

On prescrit souvent de munir chaque parafoudre d'un fil de terre distinct allant à une plaque de terre séparée ; cependant cette disposition n'est pas toujours possible, malgré des avantages très sérieux.

Lorsqu'un parafoudre à rupture d'étincelles fonctionne il arrive fréquemment que la décharge saute sur les conducteurs voisins et en particulier entre les rails des tableaux. Les décharges latérales font de sérieux dégâts, et ont quelquefois amené des incendies. Pour les éviter, il convient de ne mettre sur le tableau des parafoudres que ces appareils, et rien d'autre ; et surtout d'éloigner tous les conducteurs les uns des autres sans craindre d'exagération. En admettant 40 à 50 cm comme distance maxima des conducteurs ou appareils, je crois qu'on pourra être tranquille, et qu'on ne se repentira pas des dépenses occasionnées par ces grandes distances.

Puisqu'il faut pour conduire les décharges à la terre des lignes sans induction on se servira de cette induction pour protéger les tableaux, câbles souterrains, dynamos, transformateurs, etc., sans négliger pour cela une très haute isolation de tous ces appareils. Une simple bobine suffit, et pour le courant continu on emploiera avec avantage des bobines à noyau de fer, comme par exemple une carcasse de transformateur avec simple enroulement. Ces bobines sont, en général, de trop petites dimensions, ce qui explique qu'elles aient semblé inefficaces dans plusieurs cas. Je ne craindrais pas de voir employer des bobines de la dimension d'un transformateur de 10 kilowatts.

Pour le courant alternatif, on est forcé de diminuer beaucoup la dimension de ces bobines et de n'y pas mettre de fer sous peine de perdre trop de voltage ; mais on trouve un surcroît de sécurité dans la self-induction des machines à protéger. Pour les câbles, ce surcroît manque, aussi faut-il aux jonctions de lignes aériennes et de câbles réunis tous les moyens connus de dériver la décharge. On fera bien d'installer un premier tableau de parafoudres à rupture d'étincelle, puis des bobines d'induction, et enfin une nouvelle série de parafoudres à pointes. Comme celles-ci se détériorent très rapidement, on aura soin de les multiplier avec profusion. Il sera prudent de mettre sur les lignes de terre de ces seconds parafoudres des plombs de sécurité, et d'en mettre plu-

sieurs en parallèle sur chaque ligne, d'où la nécessité absolue de constituer une surveillance de ces installations de protection.

On a préconisé l'emploi de condensateurs. Je ne suis pas sûr qu'on trouve de différence dans le fonctionnement des parafoudres quand on place ou enlève ces condensateurs : cela dans la pratique, bien entendu.

J'ai laissé pour la fin un système de parafoudres qui est spécialement réservé aux installations à courant alternatif, et qui consiste à relier tout simplement les deux conducteurs à la terre au moyen de l'eau. C'est à coup sûr le parafoudre par excellence, puisque rien n'y peut brûler ou se détraquer, et qu'on peut limiter la dépense d'énergie à fort peu de chose et pendant les heures d'orages seulement.

L'installation est malheureusement assez coûteuse, puisqu'il faut un bassin d'eau relié à la terre, avec un écoulement continu pour en maintenir la température dans les limites convenables. La crainte du gel, le manque d'eau et de place ont été jusqu'ici des obstacles fréquents à l'extension de ce système; mais il semble devoir être le seul sûr dans le cas de longues lignes à courants alternatifs. Il se recommande spécialement aux jonctions de lignes aériennes et souterraines.

Un accident arrivé à Saint-Étienne a montré le danger que présente dans une distribution de lumière le fait qu'un transformateur a été percé par la décharge. Tout le circuit secondaire peut être soumis à une tension dangereuse. Un moyen radical à cet inconvénient consiste à relier un des pôles du secondaire à la terre.

Les parafoudres à eau et ces derniers sont dus, sauf erreur, au génie inventif de M. Graizier, ingénieur du service de l'électricité et membre de notre Congrès, dont le soin de ses installations l'a trop éloigné. Je saisis cette occasion de rendre hommage à son savoir, qui lui aurait fait une réputation certaine sans sa trop grande modestie. Tous ceux qui ont le privilège de visiter souvent les installations de la ville de Genève s'associeront certainement avec moi à l'hommage que je lui rendrais plus complet encore, si je ne craignais pas de froisser sa crainte de tout éloge.

THÈSES

1° La décharge atmosphérique suit sur une ligne à plusieurs conducteurs un des fils plutôt que les autres, et choisit la route la plus facile à la terre.

2° Le chemin facile pour la décharge consiste en un conducteur ayant une faible résistance ohmique, un bon contact à la terre et une résistance inductive aussi faible que possible.

3° On doit considérer comme obstacle au passage à la décharge les coudes, surtout s'ils se succèdent de manière à former zigzag ou spirale.

4° On protégera les machines, câbles souterrains, appareils, etc., par des bobines d'induction.

5° Les parafoudres doivent être construits de manière à rompre l'étincelle.

6° Pour éviter que pendant le fonctionnement d'un parafoudre à rupture d'étincelle, la décharge ne passe sur les conducteurs voisins, il y a lieu d'écarter fortement ces conducteurs.

7° Les plombs fusibles placés sur les lignes de terre des parafoudres sont à éviter, si multiples qu'ils puissent être, partout où une surveillance continuelle n'est pas exercée.

8° Il est utile de munir chaque parafoudre d'une ligne de terre distincte.

9° Quand il y a à protéger des câbles souterrains, chaque conducteur aura au moins deux parafoudres. On peut admettre que ces parafoudres supplémentaires, s'ils sont placés après les bobines d'induction, soient à pointe fixe, et dans ce cas leur ligne de terre sera munie de coupe-circuits multiples.

10° Pour les courants alternatifs le meilleur parafoudre consiste à la jonction des conducteurs à la terre par l'intermédiaire de l'eau.

11° Les moyens indiqués ci-dessus ne sont en général efficaces que contre les décharges inductives. Pour protéger les lignes contre la foudre proprement dite, l'éclair, on protégera les poteaux par des paratonnerres ordinaires, ou par des parafoudres analogues à ceux de l'installation de Wynau.

12° Dans les distributions de lumière par courants alternatifs et transformateurs, les circuits secondaires de lumière peuvent devenir, par suite d'un transformateur percé par la décharge, une cause grave de danger, qu'on évitera complètement en reliant un des pôles du circuit secondaire à la terre.

M. Kapp remercie M. Chavannes de son exposé et recommande que, dans la discussion qui suivra, chaque observateur veuille bien faire part de ses observations personnelles sur ce sujet où l'expérience de laboratoire, comme la théorie pure, n'ont jusqu'ici pas pu donner des résultats satisfaisants. Il cite l'exemple du *Verband deutscher Electrotechniker*, qui a nommé une commission pour recueillir les observations sur les cas de foudre et espère que cet exemple sera suivi par d'autres nations.

M. Palaz parle des travaux de l'Association suisse des Électriciens qui rassemble également tous les faits observés sur la matière. Il recommande pour la protection des dynamos l'isolement de la terre dont il a pu constater les heureux résultats.

M. Thury insiste sur l'isolement du sol, d'après ses propres expériences; pour de faibles tensions les petites décharges ne sont pas à craindre, mais avec l'augmentation des tensions et les forts isolements qui en sont la conséquence, les décharges percent les meilleurs isolants. Il introduisit lui-même l'isolement parfait des dynamos à la terre et les accidents disparurent presque totalement, particulièrement pour le courant alternatif. Le personnel lui-même doit être isolé du sol pour la manutention des

oppareils. En outre, de bons parafoudres sont nécessaires pour rompre les décharges. A Brescia, sur une ligne de 20 km exposée à de forts orages, il installa des parafoudres avec fusibles qui donnèrent des difficultés, vu l'impossibilité de remplacer les fusibles fondus pendant les orages. Il préconise le parafoudre avec cornes pour chasser ou souffler l'étincelle amorcée. Le parafoudre à peigne avec pointes en charbons combiné avec un interrupteur sur longue bascule lui a donné les meilleurs résultats.

M. Görges donne quelques détails sur le parafoudre à cornes de la maison Siemens et Halske et explique l'effet électrodynamique qui se produit sur l'arc soufflé.

M. Hillairet entretient le Congrès des effets de la foudre directe sur les lignes. Souvent, vu l'impédance, cet effet ne se propage que sur un parcours restreint, surtout lorsque les poteaux ont les pieds dans l'eau. Les réactions sur les lignes pendant les orages sont à craindre, on le constate par les crachements aux balais des dynamos qui répondent à la foudre.

Il préconise les peignes en matières qui ne se soudent pas, comme le zinc. Les influences locales sont grandes ainsi que la forme topographique de la ligne et aucune règle générale ne peut être émise.

M. Palaz propose que le Congrès, s'inspirant des commissions nommées par le *Verband deutscher Elektrotechniker*, l'*Association suisse des Électriciens* et la *Société royale des Électriciens*, émette le vœu que, dans tous les pays, des commissions semblables soient nommées et que l'on élabore un formulaire général pour relater toutes les expériences et les observations faites sur les cas de foudre.

Ce vœu est appuyé par l'unanimité du Congrès.

CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE
DE MECKENBEUREN A TETTNANG
ET
STATION CENTRALE D'ÉLECTRICITÉ
DE TETTNANG

Parmi les nombreux chemins de fer et tramways électriques construits ces dernières années, le chemin de fer de Meckenbeuren à Tettnang, près du lac de Constance, présente un intérêt tout spécial comme étant, en Europe, un des premiers chemins de fer électriques à voie normale servant au transport des personnes et des marchandises d'après un horaire régulier. En service depuis le 4 décembre 1895, il a donné, jusqu'à ce jour, des preuves excellentes de son bon fonctionnement, et réfute ainsi l'opinion assez répandue que l'électricité n'est pas propre à assurer le service d'un chemin de fer à voie normale. Cette ligne a été construite par les Ateliers de Construction Oerlikon qui ont également installé les lignes de tramways de Marseille, de Zurich, le chemin de fer électrique à voie étroite de Sissach-Gelterkinden et le chemin de fer électrique de montagne de Grütsch-Mürren dans l'Oberland bernois.

Le chemin de fer est construit à écartement de rails, normal ainsi qu'il a été dit plus haut, et à voie unique; il est exécuté d'après le système de fil aérien avec trolley pour la prise de courant.

26 trains servent régulièrement chaque jour au trafic entre la station Meckenbeuren de la ligne Friedrichshafen-Ulm et la ville wurtembergeoise Tettnang, et il peut être intercalé des trains supplémentaires s'il en est besoin.

Une station centrale d'électricité est combinée avec l'installation de chemin de fer pour alimenter Tettnang et Meckenbeuren de lumière et force motrice.

Toute l'installation a été étudiée par le *Bureau technique O. von Miller à Munich* pour la *Localbahn-Actien-Gesellschaft Munich*, et le matériel électrique a été exclusivement fourni par les Ateliers de Construction Oerlikon.

Nous donnons une description de cette intéressante installation de chemin de fer, ainsi que de la station centrale d'électricité qui lui est adjointe.

La force motrice est fournie par une installation hydraulique de 120 chevaux établie à Brochenzell sur la Schussen où, au moyen d'un mur de bâtardeau bâti dans la rivière, on a obtenu une chute nette de 2,65 m. Le canal a une longueur approximative de 700 m et suffit pour la fourniture de 6 m^3 d'eau par seconde. L'installation de machines comprend 2 turbines Jonval de 45 et 75 chevaux à valves verticales, celle de 75 chevaux étant pourvue, de plus, d'un réglage annulaire. Ces deux turbines travaillent, au moyen d'un engrenage conique, aux deux extrémités d'une transmission. L'arbre de transmission est coupé au milieu et un manchon d'accouplement permet de réunir ou de séparer les deux parties.

Dans la salle des machines (fig. 1) sont installés : 1 génératrice à courant continu à 4 pôles, système Oerlikon, d'une puissance normale de 45 kw, et à 700 volts pour le service du chemin de fer; cette machine pouvant développer passagèrement jusqu'à 60 kw et 1 génératrice à courant alternatif simple de 40 kw et 2100 volts, système Oerlikon, à enroulements fixes avec excitatrice directement accouplée, du type déjà décrit dans le n° 108 de *L'Industrie électrique*, p. 270. Cette dernière machine alimente l'installation de distribution de lumière et force motrice à Tettnang.

L'installation de cette station de machines est complétée par un tableau de distribution (fig. 5) en marbre avec décoration en bois et pourvu de tous les instruments de mesure et appareils nécessaires pour le contrôle et la sécurité du service, la partie de droite servant pour le

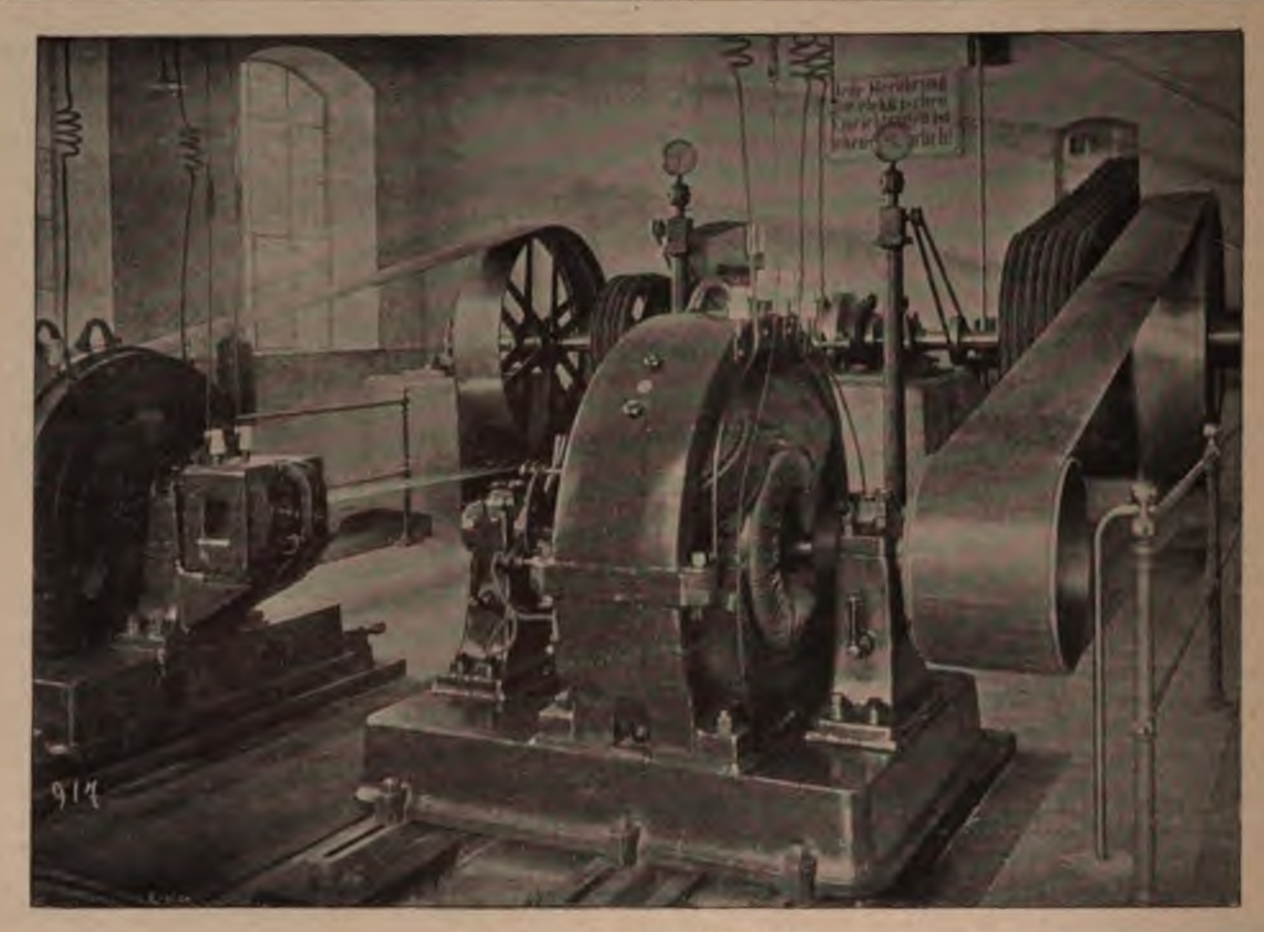


Fig. 1. — Station génératrice de Brochenzell.



Fig. 2. — Remise du chemin de fer.



Fig. 3. — Vue de la gare de Tettnang.

chemin de fer et le panneau gauche pour la distribution à courants alternatifs de force motrice et de lumière.

La transmission mentionnée plus haut est généralement séparée en deux parties, la turbine de 75 chevaux



Fig. 4. — Chemin de fer électrique Meckenbeuren-Tettnang.

sert alors à actionner l'installation du chemin de fer, et la petite de 45 chevaux est employée à la fourniture du courant pour l'éclairage.

Dans le cas où le niveau d'eau de la Schussen est insuffisant, une machine à vapeur de réserve montée à Tettnang est utilisée pour produire du courant, soit pour le chemin de fer soit pour l'éclairage. Cette seconde usine, qui aura comme la première une puissance de 120 chevaux, possède actuellement :

1 chaudière tubulaire de 68 m² de surface de chauffe; 1 machine à vapeur de 60 chevaux effectifs; 1 génératrice à courant continu et 1 génératrice à courant alternatif simple, ainsi qu'un tableau de distribution, exactement les mêmes qu'à Brochenzell.

Les générateurs à courant continu, aussi bien que ceux à courant alternatif des deux installations peuvent toujours et sans difficulté être mis en parallèle pendant le service.

L'énergie produite par les générateurs à Brochenzell est transportée à Meckenbeuren par deux lignes aériennes montées sur les mêmes poteaux et de là, le long de la voie, à Tettnang où les conducteurs se terminent au tableau de distribution de cette station centrale. D'un côté de la voie se trouvent les poteaux pour la ligne à courant

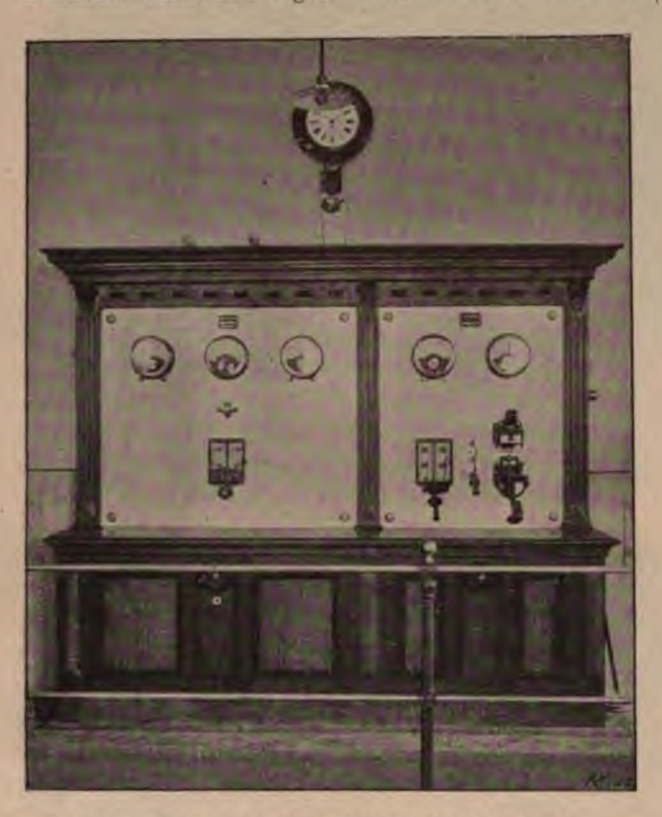


Fig. 5. — Tableau de distribution de la station de Brochenzell.



Fig. 6. — Station de transformateur à Tettnang.

alternatif et pour celle à courant continu, sur l'autre côté les poteaux pour les lignes téléphoniques dont deux servent en même temps de lignes de mesure pour l'éclairage. Les poteaux des deux côtés sont joints par des cordes en fil de fer qui, supportent à une hauteur de 5,5 m au-dessus des rails, la ligne de contact amenant le courant au chemin de fer. Dans les gares, cette ligne est montée sur des consoles de fer spéciales.

A Meckenbeuren et à Tettnang, un des pôles de la dynamo à courant continu est relié aux rails qui servent de ligne de retour pour le courant; l'autre pôle est relié à la ligne d'alimentation qui, tous les 200 m, est connectée avec la ligne de trolley.

Pour la sécurité d'une bonne connexion, il a été rivé aux joints des rails des pièces de cuivre courbées spéciales, de sorte que la résistance ohmique des rails du profil adopté à Tettnang n'est que de 0,01 ohm par km. Aux deux stations, soit à chaque extrémité de la ligne du chemin de fer est monté un jeu d'interrupteurs, permettant d'interrompre le courant, soit sur le feeder et le fil de trolley de la voie, soit sur les mêmes fils dans chacune des gares.

La longueur totale de la ligne de Brochenzell à Tettnang est de 6 km, celle de la voie de 4,5 km, toujours en pente; 2,4 km ont une rampe de $\frac{1}{50}$, et le rayon de courbure le plus petit est de 180 m. Le rail du profil adopté a un poids de 21,96 kg par mètre courant. Pour le garage et la manœuvre des trains de marchandises, on a dû installer 15 changements de voie et 1 pièce de croisement.

La traction des trains est effectuée par 2 voitures automotrices (fig. 3 et 4). Afin de réduire autant que possible le poids mort, elles ont été construites comme voitures

de voyageurs, avec coupé de poste et de bagages et équipées chacune de 2 moteurs de 24 chevaux. Ces deux moteurs étant constamment en série, le montage électrique est le plus simple et le plus sûr qu'on puisse imaginer. Un trolley à ressort produit dans chaque position de la voiture une connexion entre la ligne de contact et les moteurs. Le courant passe par des interrupteurs de sécurité, coupe-circuits, parafoudres, ainsi que par une série de résistances qui, intercalées dans le circuit principal des deux moteurs, permettent de régler la vitesse dans de larges limites.

Il est entendu que l'éclairage des voitures est électrique (6 lampes de 100 volts en tension), et leur chauffage électrique est actuellement à l'étude.

Le poids total d'une voiture automotrice est de 13800 kg; l'écartement des essieux est de 4,5 m, et les deux moteurs peuvent développer un effort de traction de 350 kg pour une vitesse de marche de 30 km : heure ou de 1200 kg pour une vitesse de 8 km : heure, cette dernière valeur pour des trains de marchandise. On a même reconnu, pendant la période de service qui vient de s'écouler, que les moteurs peuvent développer une puissance plus grande que celle qui correspond à ces chiffres et qu'ils permettent très bien de mouvoir à une plus grande vitesse des trains de marchandises de 55 tonnes.

C'est plus spécialement le trafic de marchandises qui s'est développé beaucoup dans les premiers mois de service et à tel point qu'on doit installer prochainement une batterie d'accumulateurs qui permettra de mieux utiliser la force motrice hydraulique et de doubler ainsi la puissance de l'installation.

Nous donnons ci-dessous un tableau des différentes vitesses à différentes charges correspondant au rendement des moteurs le plus favorable :

	Poids du train en tonnes.	Temps de parcours en minutes.	Vitesse en km : heure			
			en moyenne.	sur les rampes $\frac{1}{500}$.	$\frac{1}{200}$.	$\frac{1}{50}$.
Automotrice seule.	14	12	22	29	24	19
Automotrices avec wagons supplémentaires.	33	18	15	24	18	14
Automotrices avec wagons supplémentaires	46,4	21	13	22	15	10,5

L'éclairage électrique de Meckenbeuren et de Tettnang est assuré par les deux alternateurs établis l'un à Brochenzell et l'autre à Tettnang, et qui peuvent être couplés en parallèle.

Le courant alternatif simple à la tension de 2000 volts est conduit du tableau de distribution de la station centrale de Tettnang, au moyen de câbles à double enveloppe de plomb et ruban de fer, à neuf différentes *stations de transformateurs* d'une puissance totale de 58 kw. Ces stations de transformateurs sont construites pour 1 ou 2 transformateurs et contiennent chacune deux tableaux très simples, un pour le courant primaire et un pour le courant secondaire. La figure 6 montre une de ces stations de transformateurs.

Les lignes secondaires sont montées sur des poteaux ou consoles au-dessus des maisons et sont arrangées dans leur plus grande partie comme réseau annulaire. La tension secondaire est de 110 volts.

Cette installation de lumière et force motrice se développe très bien, et quelques moteurs sont déjà reliés, de sorte qu'on pourra procéder sous peu à son agrandissement avec la seconde machine à vapeur de 60 chevaux, qui sera installée à la station de Tettnang. P. GASNIER.

REVUE

DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 24 août 1896.

Sur la convection électrique suivant les lignes de force, produite par les rayons de Röntgen. — Note de M. AUGUSTE RIGHI, présentée par M. Mascart. (*Extrait.*) — Dans mes publications diverses sur les phénomènes électriques produits par les rayons de Röntgen, j'ai toujours interprété les faits observés comme s'il était démontré que le mécanisme de la propagation de l'électricité est le même que lors de la dispersion par les pointes aiguës, ou de la dispersion à la surface des conducteurs chauffés au rouge, ou de la dispersion par les rayons ultra-violets. Je me réservais de montrer, dans un Mémoire comprenant l'ensemble de mes recherches sur ces phénomènes, de quelle manière l'électricité se propage dans les gaz traversés par ces rayons; je crois bon cependant de faire connaître, dès à présent, quelques expériences qui me paraissent démonstratives.

Une boule métallique est placée à quelques centimètres d'une lame d'ébonite qui porte, sur la face extérieure, une armature métallique. Entre la lame et la boule on place une petite croix d'ébonite. La boule et l'armature sont maintenues chargées d'électricités contraires, au moyen d'une petite machine électrique.

Si, la boule étant négative, on fait tomber sur sa surface des rayons ultra-violets, on obtient sur l'ébonite, après un temps suffisant, l'*ombre électrique* de la croix. Il suffit de prendre la lame d'ébonite et de projeter sur elle le mélange de soufre et minium, pour voir apparaître une croix jaune sur fond rouge.

Au lieu des rayons ultra-violets, faisons agir les rayons X. Dans ce but, on emploie un tube de Crookes placé de manière que les rayons X qui en émanent traversent l'air qui se trouve entre la boule et la lame. Il est bon de placer, entre le tube et les autres appareils, une grande lame mince d'aluminium (ou mieux de renfermer le tube dans une enceinte métallique) communiquant avec le sol. Le résultat de l'expérience est le même que précédemment.

La forme de l'ombre et la place qu'elle occupe indiquent qu'elle est projetée par les lignes de force. La croix arrête

mécaniquement celles des particules électrisées qui se meuvent suivant lesdites lignes, qui la rencontrent, de manière qu'elles ne peuvent pas aller déposer leur charge sur l'ébonite.

La poudre jaune qui adhère dans l'ombre y est attirée par la charge d'influence de l'armature.

Pour juger jusqu'à quel point les trajectoires des particules électrisées coïncident avec les lignes de force, j'ai eu recours aux systèmes cylindriques, comme j'avais fait déjà lors de mes recherches sur les autres cas de dispersion.

Au lieu de la boule, on emploie un long cylindre et, au lieu de la croix, une bande rectangulaire d'ébonite. Les lignes de force sont alors des arcs de cercle, et il est aisé de calculer d'avance la place que l'ombre de la bande doit occuper. Après l'expérience, on vérifie que l'ombre occupe sensiblement la place prévue.

Il me semble que ces expériences montrent bien l'existence d'une convection suivant les lignes de force et viennent ainsi confirmer mes vues anciennes sur le mécanisme de la propagation de l'électricité dans les gaz.

Je suis heureux de constater l'accord entre ma manière de voir et celle qu'a formulée récemment M. Villari [1]. Ce physicien conclut, de ses ingénieuses expériences, que la dispersion produite par les rayons X est une convection : mes expériences précisent davantage le mécanisme du phénomène, en indiquant quelles sont les trajectoires parcourues.

[1] *Comptes rendus*, 13 juillet 1896.

Utilité, en radiographie, d'écrans au sulfure de zinc phosphorescent; émission, par les vers luisants, de rayons traversant le papier aiguille. — Note de M. Charles Henry. — Je substitue aux écrans simplement fluorescents de platino-cyanure de baryum, de tungstate de calcium, etc., un écran de mon sulfure de zinc phosphorescent, recouvert d'une feuille de papier aiguille et j'applique sur le papier l'objet à radiographier. Après quelques minutes d'exposition au rayonnement de l'ampoule de Crookes, je transporte l'écran dans la chambre noire; les profondeurs de l'objet, opaques aux rayons Röntgen, apparaissent en noir, les parties transparentes en clair; je puis étudier à loisir, pendant un quart d'heure au moins, les moindres détails de l'image; en chauffant légèrement l'écran avec une source de chaleur obscure, je puis continuer plus longtemps cet examen. Cette méthode, qui permet une grande économie d'énergie électrique et d'ampoules, se recommande dans les exhibitions, les cours et dans tous les cas où l'on n'a pas besoin de conserver le document radiographique.

Le sulfure de zinc phosphorescent est incomparablement plus sensible aux rayons Röntgen que le sulfure de calcium; si l'on expose pendant cinq minutes, à un même rayonnement de l'ampoule, une plaque *émaillée* de sulfure de calcium et un écran de sulfure de zinc, la première est à peine brillante tandis que le deuxième est voisin de sa saturation lumineuse.

J'ai eu l'occasion, ces derniers soirs, de placer, durant des temps variant d'une demi-heure à deux heures, quelques vers luisants sur des plaques photographiques enveloppées de papier aiguille : au développement, on distingue sur la plaque des traînées noires et blanches, qui reproduisent assez exactement l'itinéraire parcouru par les lanternes sous-ventrales de ces capricieux animaux [1].

[1] Travail du laboratoire de Physiologie des sensations, à la Sorbonne.

Séance du 31 août 1896.

Du reploiement des rayons X derrière les corps opaques. — Note de M. Émile Villari, présentée par M. Mascart. — En étudiant la transparence des métaux pour les rayons X, j'en interposai des feuilles entre un tube de Crookes à poire et un électroscope chargé. Dans de nombreuses expériences, je pus observer que l'électroscope se décharge toujours, même lorsqu'il se trouve dans l'ombre pleine des rayons, produite par d'amples feuilles métalliques tout à fait opaques. Ce fait me fit supposer que ces rayons, ou leur efficacité, se repliaient dans l'ombre des corps opaques, de manière à frapper l'électroscope et à le décharger. Pour confirmer cette explication, je fis, entre autres, les expériences suivantes :

J'employai un disque de plomb ($13 \times 0,44$) et l'ampoule de Crookes enfermée dans une caisse de grosses feuilles de plomb, pourvue d'un trou de 9 cm. En fermant ce trou au moyen du disque, on arrêtait complètement les rayons, puisque ce disque était tout à fait opaque. Je disposai l'électroscope, enfermé dans la cage, à 45 cm du fond de l'ampoule : le disque, centré et normal à l'axe commun, fut placé, au fur et à mesure, à diverses distances de l'électroscope. Je mesurai, dans les différents cas, le temps de décharge et j'obtins, comme moyennes de plusieurs mesures concordantes et croisées, les valeurs suivantes, exprimées en secondes :

Distance DE [2] en cm.	Temps de décharge de 10° en secondes.
37.	39
20.	13,9
13.	7,4
7,5.	4,2

Après la suppression du disque, la décharge de 10° fut très rapide.

Pour pouvoir approcher davantage le disque de l'électroscope, j'enlevai ce dernier de sa cage; et, après avoir fermé le trou de la caisse de plomb qui contenait l'ampoule, avec le disque précédent, j'observai que, en activant l'ampoule, l'électroscope, quoiqu'il oscillât d'environ un quart, ne modifiait cependant pas sa charge; je pouvais donc mesurer le temps des décharges sans erreurs sensibles. Ayant répété les expériences précédentes, j'obtins les résultats suivants :

Distance DE en cm.	Temps de décharge de 10° en secondes.
26,4.	18,0
20,4.	17,0
13,0.	13,1
7,0.	10,1
1,8.	22,0
Après avoir ôté le disque, on obtient .	—6,1

Ce qui veut dire que le temps de la décharge diminue lorsqu'on approche le disque de l'électroscope, jusqu'à un minimum de 10s,1, à la distance de 7 cm; ensuite,

[2] Je représente le disque et l'électroscope par les lettres D et E.

en rapprochant davantage le disque de l'électroscope, le temps de la décharge augmente de nouveau : il est de 22s à la distance de 1,8 cm. On peut donc dire que l'ombre, au centre du disque, est moins épaisse à une certaine distance du disque même, distance que nous pourrions appeler *distance critique*, et qu'elle devient plus épaisse à des distances plus grandes ou plus petites que la distance critique.

D'autres expériences, faites avec un disque de laiton de 18 cm et tout à fait opaque, donnèrent des résultats identiques aux précédents.

Avec un disque de laiton de 54 cm, j'obtins à 8 cm du centre une ombre presque absolue, tandis qu'avec d'autres disques plus petits, on obtenait, à la même distance, une ombre de moindre intensité. A 18 cm de distance du disque de 54 cm, l'ombre au centre était beaucoup moins épaisse. De sorte que la *distance critique*, du point de l'ombre la moins épaisse au disque, ou bien la *distance critique* du disque, varie avec les dimensions de ce dernier.

Pour observer l'efficacité des rayons dans les diverses régions de l'ombre, sur un même plan normal à l'axe de l'ampoule et passant par le centre du disque, perpendiculairement au disque même, je plaçai le tube dans sa caisse et le disque de plomb à 7,5 cm de l'électroscope renfermé dans sa cage. Ensuite, après avoir activé l'ampoule, je portai l'électroscope à droite ou à gauche du centre du disque, sans jamais le placer en dehors de son ombre géométrique. J'obtins les valeurs suivantes, correspondant à la durée moyenne de la décharge de 5 degrés :

Électroscope.	Temps de la décharge en secondes.
Au centre	21,9
A droite	15,2
Au centre	20,0
A gauche	14,7

Mêmes expériences avec un disque de laiton de 18 cm :

Électroscope.	Temps de la décharge en secondes.
Au centre	87,0
A gauche	15,2

J'obtins les mêmes résultats en portant l'électroscope au-dessus et au-dessous de l'axe et de l'ombre; identiques aussi furent les résultats que j'obtins en employant, au lieu du disque, une feuille de zinc de 40 × 40 × 0,42 cm placée à 7,5 cm, de l'électroscope au moyen de laquelle l'ombre au centre était pleine et totale.

Je conclus de là que les rayons X, ou leur efficacité, se replient derrière les corps opaques et que leur ombre diminue du centre à la périphérie.

Dans ces expériences, on a tenu compte exclusivement de la position de la boule de l'électroscope, que je plaçais dans les diverses régions de l'ombre pour en apprécier l'intensité, après m'être assuré que les radiations agissaient exclusivement sur elle et sur sa tige très courte.

Pour vérifier le reploiement des rayons, j'eus recours à la photographie; et, après une épreuve assez distincte obtenue avec une ampoule en poire, j'employai, avec beaucoup plus de succès, un tube focus, c'est-à-dire avec l'anode à feuille de platine réfléchissant les rayons cathodiques. Je plaçai une plaque Lumière (21 × 27 cm) à 29 cm du tube et j'interposai, à 7,5 cm de la plaque, un disque de plomb (15 × 0,44 cm) normalement aux rayons X. J'activai le tube pendant environ vingt minutes et j'obtins une image du disque de 157 mm de diamètre, avec une pénombre extérieure fort mince et fort légère. A l'intérieur de la limite de l'ombre, l'image était entourée d'une zone claire de 6 mm à 8 mm de largeur, produite par des radiations repliées et d'une intensité légèrement décroissante de l'extérieur à l'intérieur. La production de cette zone montre bien que, réellement, les rayons X, ou leur efficacité, se replient au bord des corps opaques et pénètrent dans leur ombre géométrique.

J'obtins aussi des résultats identiques par la photographie, mais avec des dispositions expérimentales tout à fait différentes.

En reprenant les expériences avec l'électroscope, je plaçai l'ampoule dans sa caisse de plomb, et celle-ci, avec la bobine, dans une autre caisse plus grande en zinc, laquelle communiquait avec le sol. Le fond de l'ampoule correspondait à deux trous de 9 cm pratiqués dans les parois des caisses. Celui de la caisse extérieure, en zinc, était fermé par une lame d'aluminium de 0,5 mm d'épaisseur. Au bord du trou extérieur, et latéralement, je fixai une lame de zinc (40 × 40 × 0,42 cm) verticale et parallèle aux rayons X, qui glissaient presque sur sa surface, et ayant en son centre un trou de 4 cm. J'approchai de ce trou, à 3 m ou 4 m du côté extérieur de la lame, sur laquelle les rayons ne glissaient pas, la boule de l'électroscope et je me convainquis qu'il n'était influencé directement ni par les rayons X, ni par l'induction.

Après avoir activé l'ampoule et fermé avec une lame de zinc, ou tout simplement avec une feuille de papier, le trou vis-à-vis de l'électroscope, je constatai que ce dernier ne se déchargeait point, mais qu'il se déchargeait rapidement lorsqu'on découvrait le trou. Il faut en conclure que les rayons X, ou leur efficacité, se replient latéralement en passant par le trou et ne le traversent pas quand il est fermé par une lame de zinc ou une feuille de papier.

Il résulte des faits précédents que, pour décharger l'électroscope, il n'est point nécessaire qu'il soit frappé directement par les rayons X, puisqu'il suffit que l'air, traversé par eux, y arrive. En effet, l'électroscope, dans la disposition précédente, se décharge rapidement de 10 degrés en vingt-huit secondes, si l'on pousse contre lui par le trou, au moyen d'un soufflet, l'air qui est traversé par les rayons. Au contraire, lorsque l'ampoule est inactive, l'air poussé contre l'électroscope n'y exerce aucune action. Par conséquent, on peut dire que les rayons X donnent à l'air l'activité nécessaire pour décharger l'électroscope, activité qu'ils conservent pendant un certain temps. Ce fait est semblable à celui qui a été observée par Röntgen.

Un câble télégraphique attaqué par les termites. — Note de M. E.-L. Bouvier, présentée par M. Milne-Edwards. — La direction des Postes et des Télégraphes a dernièrement soumis à mon examen, au laboratoire d'entomologie du Muséum, un fragment du câble télégraphique de Haiphong, qui avait été rongé par un organisme. D'après les renseignements qui m'ont été communiqués, la période de destruction a dû être singulièrement courte : posé en fort bon état au mois de juillet 1894, le câble présentait déjà des pertes dès les premiers jours de 1895, il s'altérait de plus en plus dans la suite et l'on devait le remplacer dans la première moitié de 1896. Deux années à peine avaient suffi pour le mettre hors d'usage.

Pourtant ce câble avait subi une préparation minu-

tieuse, qui aurait dû, semble-t-il, le mettre hors de toute atteinte. Noyé dans du ciment sur presque toute sa longueur, il comprenait trois torons conducteurs, formés chacun par sept brins de cuivre et recouverts par des couches alternantes de gutta-percha et de chatterton [1]; les trois conducteurs étaient câblés ensemble, avec trois cordelettes tannées qui remplissaient les intervalles; un matelas de jute tanné s'enroulait en spirale sur le cylindre ainsi formé; deux rubans de coton, également tannés, mais dirigés en sens inverse, maintenaient l'ensemble; le tout enfin était contenu dans un tube de plomb.

Les recherches effectuées à Hanoï ne donnèrent aucun renseignement sur l'organisme qui avait causé le mal. « C'est la première fois qu'un fait de cette nature a lieu au Tonkin, écrivait-on au Ministre; jusqu'à ce jour, les termites, les tarets et les poux de bois ont laissé intacte la gutta-percha de nos câbles et même celle des fils recouverts, en usage pour les installations des postes. Il semble d'ailleurs que la nature du terrain où était placé ce câble eût dû le préserver des insectes terrestres. Le sol de la ville de Haïphong, très peu élevé au-dessus du niveau de la mer, est, en effet, vaseux, constamment humide et légèrement salé; il conviendrait peut-être davantage aux animalcules marins. »

C'était pourtant un Articulé terrestre qui avait causé le dégât.

En ouvrant le fragment de câble qui m'avait été remis, je pus constater deux systèmes de galeries qui se dirigeaient de chaque bout vers le milieu du fragment, sans d'ailleurs se rencontrer. Ces galeries allaient toutes de la périphérie au centre, mais laissaient intacts le tube de plomb et les fils de cuivre; creusées dans les enveloppes de coton et de jute, elles se rapprochaient des cordelettes, se continuaient peu à peu dans celles-ci et dans la gutta-percha, mettant alors à nu le fil de cuivre et se terminant en cul-de sac. Les galeries avaient de 2 mm à 3 mm de diamètre; elles étaient en partie encombrées par des matières peu consistantes, qui représentaient vraisemblablement des excréments d'animaux. J'examinai ces restes à la loupe et au microscope : dans l'une des extrémités du câble, je ne pus rien observer de caractéristique; mais, dans l'une des deux galeries presque parallèles qui occupaient l'autre extrémité, je découvris une tête assez mutilée d'insecte et, dans la seconde, une tête munie de ses mandibules et des autres appendices buccaux. Avec l'aide de M. Poujade, préparateur au laboratoire, j'examinai ces deux têtes; elles appartenaient à des termites et représentaient bien évidemment les restes des auteurs du dégât.

Bien que je n'aie pu étudier une longueur suffisante du câble, je crois pouvoir penser que chaque galerie a été creusée par un ouvrier spécial; en tout cas, on peut affirmer que les ennemis ont pénétré par des points différents à l'intérieur du tube de plomb, car les galeries du fragment se dirigent à la rencontre l'une de l'autre, sans s'atteindre. Je ne sais si les termites sont capables, comme certains insectes, de perforer le plomb et s'ils ont pu de la sorte pénétrer à l'intérieur du câble; je suis plutôt porté à croire, comme M. le Directeur des Postes du Tonkin, que les insectes se sont introduits par une des extrémités libres, ou par un trou accidentel qui aurait existé dans l'enveloppe de plomb.

Quoi qu'il en soit, on devra se mettre en garde contre ces deux modes possibles d'invasion, et le mieux pour cela sera peut-être : 1° d'ajuster très exactement un étui métallique protecteur, aux deux extrémités libres du câble; 2° de rendre aussi parfait que possible l'ajustement des divers tronçons qui composent le tube de plomb; 3° de plonger dans une solution saturée de sulfate de cuivre les cordelettes, le filin de jute et l'enveloppe de coton qui protègent les trois conducteurs du câble. Cette dernière pratique n'a rien de compliqué ni de coûteux; peut-être suffirait-elle, à elle seule, pour limiter ou pour rendre impossibles les dégâts causés dans les câbles par les termites.

(1) La composition connue sous le nom de *chatterton* est un mélange de goudron, de résine et de gutta-percha.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliothèque électrotechnique C.G.S. — *J. Fritsch*, éditeur, Paris.

Il était une fois... (ne croyez pas que j'aille vous raconter une histoire de brigands)... un éditeur qui avait eu l'intelligence de comprendre qu'une série de livres publiés par divers auteurs sur une même branche de la science gagnerait beaucoup à une homogénéité de principes et à une uniformité de terminologie contrastant avec les conceptions disparates de tant d'ouvrages, pour si remarquables qu'ils soient, issus d'une même officine. Il avait confié le soin de cette *harmonisation* à un collaborateur préparé par conviction et par goût à semblable besogne. Le caractère, l'individualité, l'originalité, le style, le mode d'exposition de chaque auteur étant néanmoins respectés, une fastidieuse monotonie ne devait être sous aucun prétexte le prix de la correction. Cette mise au point, qui leur épargnait d'avance de justes critiques, était d'ailleurs vue de très bon œil et acceptée par les auteurs déjà choisis par l'éditeur.

Malheureusement, une trop grande confiance de ce dernier, les occupations des uns, les absences des autres, et (faut-il le dire?) un certain laisser-aller trop fréquent aujourd'hui aussi bien chez les imprimeurs qu'ailleurs, convertirent rapidement le travail primitivement prévu en une véritable correction typographique, orthographique, technique, etc., qui aboutit à des frais considérables. Désireux de les réduire, l'éditeur chercha à éluder partiellement d'abord ce contrôle salutaire pour tous. Il fallait cependant toujours y arriver et il en résulta la mise au pilon d'ouvrages totalement composés, puis la réfection complète de feuilles entières subrepticement tirées en dehors de toute révision, malgré les instances des auteurs,

jusqu'au jour où, finalement, la soustraction absolue de certains volumes à la lecture de qui de droit conduisit à des publications allant de pair avec certaines productions du Quai.

Et voilà comment, de fil en aiguille, la *Bibliothèque électrotechnique C.G.S.*, telle qu'elle a été originairement conçue, baptisée et annoncée, suivant l'Avant-propos de son premier volume (Tainturier, *Manuel d'électricité industrielle*), a perdu son orientation au delà de son tome VII, et comment, lecteurs, votre serviteur est obligé de désavouer ici tous les volumes parus ou à paraître depuis, sous le fallacieux couvert du titre ci-dessus.

L'intention évidente avec laquelle les tomes VIII, IX et X ne nous ont même pas été adressés nous dispense d'ailleurs d'en rendre compte. E. Boistel.

Die Ankerwickelungen und Ankerkonstructionen der Gleichstrom-Dynamo-Maschinen (Enroulement et construction des induits de dynamos à courant continu), par E. Arnold. — *Julius Springer*, à Berlin, et *R. Oldenbourg*, à Munich, éditeurs, 1896.

Deuxième édition d'un ouvrage dont la réputation n'est plus à faire, même auprès de nos lecteurs français, ce livre a pris, entre les mains de son auteur, encore plus d'importance et d'intérêt pratique que précédemment. Celui-ci a en effet très justement reconnu que, si la solution mathématique des problèmes, plus complexes en apparence qu'en réalité, que présente l'enroulement des divers induits de dynamos, notamment multipolaires, était une œuvre utile, à laquelle il a, le premier, attaché son nom, la mise en pratique de cet enseignement de cours et des données sur la réalisation matérielle des principes posés doubleraient la valeur de son livre et en faciliteraient la diffusion dans le monde industriel. Un transfert de la chaire de Riga à celle de Carlsruhe a suffi pour le mettre à même de réaliser ce plan, tant il est vrai que l'influence du milieu exerce une action sur les productions de tous genres. C'est cette addition qui, en constituant une seconde partie à la présente édition dont elle forme un bon tiers, la caractérise d'une façon toute spéciale et la signale doublement à l'attention des constructeurs.

En plus de ce complément, une nouvelle classification différencie les deux éditions : dans la première, l'auteur avait divisé tous les enroulements en trois grands groupes, montage en parallèle, montage en série, et montage mixte; dans la seconde, ce dernier groupe comporte lui-même deux subdivisions, le montage en dérivations multiples et les montages parallèles en série, qui donnent plus d'unité à l'exposition et la rendent plus facilement intelligible.

La manière dont se déduisent les uns des autres les différents enroulements n'est pas un des moindres attraits de ce travail d'ensemble et, à ce point de vue, la nouvelle édition est encore enrichie d'un chapitre sur les induits ouverts, dont l'enroulement découle de celui des induits multipolaires. Parmi ces induits ouverts on trouve ici décrit pour la première fois celui de la machine à haute tension, pour foyers à arc, de la Westinghouse Company, à laquelle nous consacrerons prochainement un article spécial.

En ce qui concerne les induits fermés, dans un premier chapitre dévolu aux principes de l'induction électromagnétique appliqués aux fils de l'induit, l'auteur pose les données générales du problème de l'enroulement et établit l'équation qui en fournit la solution. L'exactitude de cette formule ressort des résultats pratiques auxquels elle conduit; mais de savants praticiens très compétents ont pu, non sans raison, reprocher à ce mode de solution géométrique, qui se borne à tirer des lignes dans un certain ordre, de ne rien représenter de concret à l'esprit des débutants. L'auteur semble trop oublier que le rôle primordial d'un induit est la production d'une force électromotrice et qu'elle est subordonnée à certaines relations entre l'induit et l'inducteur complètement laissé de côté.

L'étude des chapitres suivants permet seule de bien saisir la pensée de l'auteur.

Ces chapitres passent successivement en revue, dans un même ordre méthodique, les enroulements d'anneau, de tambour et de disque individuellement étudiés dans leurs diverses constructions, bipolaire d'abord, puis multipolaires avec montage en parallèle, montage en série, montage parallèle multiple, montages parallèles en série.

Les induits ouverts forment la seconde grande division de cette première partie.

La seconde partie est, comme nous l'avons dit, nouvellement introduite et exclusivement consacrée à la construction des induits : arbre, coussinets, support du noyau, noyau de fer, enroulement, échauffement, collecteur, le tout étayé de nombreux spécimens empruntés aux principales machines connues et reproduisant les divers types d'induits. On a également reproché à cette seconde partie un manque de critique signalant les avantages ou inconvénients des différents modes de construction, notamment au point de vue de l'organe délicat par excellence, le commutateur. On peut également regretter de ne rien y trouver sur les connexions terminales des induits à barres, ni sur les dispositions d'aération radiale. La critique est fondée et l'on peut à bon droit se demander pourquoi l'auteur a laissé dans l'ombre ces derniers points. Mais, étant donné que rien en ce monde n'est absolument parfait, surtout du premier coup, l'ouvrage n'en est pas moins des plus précieux en ce qui concerne le vaste sujet qu'il embrasse. Une exécution très soignée en rehausse encore la valeur intrinsèque.

E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office ÉMILE BARRAULT, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

253 263. — **Garreau.** — *Système d'accumulateur* (17 janvier 1896).

253248. — **Raab.** — *Système de compteur pour moteur à courant alternatif* (16 janvier 1896).

253246. — **Heracus.** — *Électrode en platine* (16 janvier 1896).

253550. — **Faye** et **Cœchlin.** — *Système de tramway électrique à contacts successifs* (21 janvier 1896).

253570. — **Société Piguet** et **C**^{ie}. — *Dispositif appliqué aux voitures de tramways ou trains électriques et assurant la sécurité de la chaussée ou de la voie* (23 janvier 1896).

253350. — **Fargharson** et **Root.** — *Appareil d'allumage électrique des becs de gaz* (21 janvier 1896).

253306. — **Ducousso.** — *Microphone* (20 janvier 1896).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Compagnie générale de Traction Électrique. — Elle a pour fondateurs : M. Térence-Édouard-Alfred Diatto, ingénieur, demeurant à Turin (Italie), place de la Grand' Mère de Dieu, n° 12, et M. Louis-Marie Josseran de Brancion, ingénieur, demeurant à Asnières (Seine), rue du Château, n° 96.

La Société a pour objet :

1° La mise en valeur et l'exploitation, sous toutes formes et par tous moyens, en France, en Italie, en Espagne et en Russie, des brevets d'invention dont la licence va être apportée ci-après à la Société par M. Diatto comparant et de tous autres brevets ou certificats d'addition relatifs à la traction électrique que M. Diatto pourrait obtenir ultérieurement;

2° L'obtention, la mise en valeur et l'exploitation sous toutes formes et par tous moyens de tous brevets en France et à l'étranger pour inventions relatives à la traction électrique.

Toutefois la Société s'interdit la recherche et l'obtention de concessions de lignes de traction électrique.

Le siège de la Société est fixé à Lyon, 39, rue Thomassin.

Il pourra être transféré dans tout autre local de la ville de Lyon par simple délibération du Conseil d'administration.

La Société aura une durée de cinquante années à compter du jour de sa constitution définitive.

M. de Brancion apporte à la Société :

Ses démarches, études, peines et soins pour arriver à la formation de la présente Société.

M. Diatto apporte à la Société :

1° Ses plans, travaux préliminaires, recherches et études;

2° La licence ou le droit exclusif d'exploitation, en France, en Italie, en Espagne et en Russie pendant la durée de la Société, des brevets d'invention ci-après énoncés ayant pour objet un nouveau système de distribution souterraine de courant aux tramways électriques, savoir :

a. Un brevet d'une durée de quinze ans délivré par le gouvernement français, le 20 novembre 1894, sous le n° 239 776;

b. Un brevet d'une durée de six ans à compter du 30 septembre 1894, délivré par le gouvernement italien le 11 août précédent sous le volume XXIX, n° 36 861 du registre général et le volume LXXII, n° 215 du registre des attestations;

c. Un brevet d'une durée de vingt ans, délivré par le gouvernement espagnol le 23 novembre 1894, sous le n° 16 360 du livre XX, fol. 282.

d. Le brevet qu'il se propose d'obtenir du gouvernement russe et dont la demande a été déposée le 18 août 1895.

La présente Société aura à compter du jour de sa constitution définitive le droit exclusif d'exploiter en France, en Italie, en Espagne et en Russie, les brevets sus-énoncés, ainsi que tous brevets nouveaux que M. Diatto pourrait obtenir relativement à la traction électrique et tous certificats d'addition se rapportant auxdits brevets, soit à d'autres brevets pris par des tiers.

Elle profitera également de toute prorogation de durée desdits brevets qui serait obtenue.

La Société aura le droit de concéder des licences desdits brevets et certificats d'addition à tous particuliers ou sociétés.

M. Diatto déclare que toutes les annuités ou taxes échues desdits brevets ont été payées.

La Société devra payer les annuités ou taxes à échoir de ces brevets à compter du jour de sa constitution définitive.

Si M. Diatto n'obtient pas du gouvernement russe le brevet demandé par lui, la Société ne pourra exercer de ce chef aucun recours contre lui et aucun des avantages ci-après stipulés au profit des fondateurs ne pourra être réduit.

En tous cas de dissolution de la Société pour quelque cause que ce soit, sauf les cas de dissolution résultant de la fusion ou de l'alliance avec d'autres sociétés ou de la vente ou cession de l'actif social, M. Diatto reprendra le droit exclusif d'exploiter les brevets dont il vient d'apporter la licence à la Société, ainsi que tous certificats d'addition, sauf à respecter les licences qui auraient été concédées par la Société à tous particuliers ou sociétés :

En représentation de leurs apports, il est fait aux fondateurs comparants les avantages ci-après stipulés.

Il est attribué : à M. de Brancion, 60 actions entièrement libérées faisant partie de celles ci-après créées, et à M. Diatto, 20 actions entièrement libérées, faisant également partie de celles ci-après créées.

Il est alloué, en outre, aux fondateurs les redevances suivantes fixes et une fois payées, savoir :

480 fr à M. de Brancion et 2520 fr à M. Diatto par km de voie simple exploitée selon le système de M. Diatto;

640 fr à M. de Brancion et 3360 fr à M. Diatto par km de voie double exploitée selon le même système, et 320 fr. à M. de Brancion et 1680 fr à M. Diatto par voiture automotrice en service sur voies exploitées.

Ces redevances seront payées aux fondateurs le 1er juin de chaque année, sans intérêts.

Ces redevances seront dues aux fondateurs tant que les inventions faisant l'objet des brevets ci-dessus désignés, ainsi que tous perfectionnements et améliorations qui résulteraient de tous certificats d'addition auxdits brevets et dont la Société bénéficierait ne seront point tombés dans le domaine public.

Il est encore alloué aux fondateurs pour le cas où le capital de la présente Société viendrait à être augmenté en vue de développer les affaires de la Société, savoir : à M. de Brancion une somme égale au dixième et à M. Diatto une somme égale au vingtième du capital nouveau appelé. Ces sommes leur seront payées au fur et à mesure des versements effectués par les souscripteurs du nouveau capital, sans intérêts.

Le fonds social est fixé à la somme de 200 000 fr, divisé en 400 actions de 500 fr chacune.

Sur ces 400 actions il en a été attribué, dans les proportions sus-indiquées, 80 entièrement libérées à MM. de Brancion et Diatto.

Quant aux 320 actions de surplus, représentant 160 000 fr, elles seront souscrites et payables en numéraire.

Le capital social pourra être augmenté en une ou plusieurs fois par la création d'actions nouvelles, en vertu d'une décision de l'assemblée générale des actionnaires prise dans les termes de l'article 36 ci-après.

Les propriétaires des actions antérieurement émises auront, dans la proportion des titres par eux possédés, un droit de préférence à la souscription des actions nouvelles.

L'Assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration, fixera les conditions des émissions nouvelles, ainsi que les délais et les formes dans lesquels le bénéfice des dispositions qui précèdent pourra être réclamé.

Les actions d'apport et les actions émises contre espèces, même lorsqu'elles seront entièrement libérées, resteront nominatives.

Les titres des actions sont extraits d'un registre à souche, numérotés et revêtus de la signature de deux administrateurs.

La cession des actions s'opère par une déclaration de transfert signée du cédant et du cessionnaire sur les registres de la Société.

La cession d'actions à une personne déjà actionnaire sera régularisée immédiatement.

En cas de cession projetée à une personne étrangère à la Société, le cédant sera tenu d'en consigner la déclaration sur un registre spécial, au siège de la Société, en indiquant les nom, prénoms, profession et domicile du cessionnaire, ainsi que le prix de la cession.

Dans les cinq jours qui suivront cette déclaration, le Conseil d'administration devra en aviser les autres actionnaires. Pendant les quinze jours qui suivront cet avis, tout actionnaire aura le droit de se rendre acquéreur des actions mises en vente, pourvu que son offre soit égale au prix indiqué dans la déclaration, lequel prix ne pourra jamais dépasser la valeur de l'action capitalisée au taux de 6 pour 100 d'après le revenu de l'année précédente.

Si plusieurs actionnaires veulent user de ce droit de préemption, la vente sera consentie au plus offrant.

Dans ces conditions, le transfert sera régularisé d'office par le Conseil d'administration avec la signature du cessionnaire, sans qu'il soit besoin de celle du cédant. Notification en sera faite à ce dernier, qui devra se présenter dans les bureaux de la Société pour recevoir son prix.

Si aucun actionnaire n'a usé du droit de préemption dans le délai fixé, le transfert sera régularisé au profit de la personne désignée dans la déclaration.

Les dispositions du présent article sont applicables à tous les cas de cession, même aux cessions qui auraient lieu par adjudication publique, en vertu d'ordonnance de justice ou autrement.

L'adjudication devra être notifiée dans les trois jours par l'acquéreur au Conseil d'administration, lequel devra en aviser les autres actionnaires dans le délai de cinq jours.

Pendant les quinze jours qui suivront cet avis, les actionnaires auront le droit de préemption dans les conditions ci-dessus spécifiées.

Les héritiers donataires ou légataires d'un actionnaire devront se faire agréer par la première Assemblée générale qui suivra la notification faite à la Société de la mutation ainsi opérée à leur profit.

Dans le cas où ils ne seraient pas agréés, ils seront tenus de céder leurs actions, soit à un actionnaire, soit à une personne agréée par le Conseil d'administration et ce, dans un délai d'un mois du jour de la notification à eux faite de la décision de l'Assemblée générale.

Le Conseil d'administration devra, sur la demande de l'héritier donataire ou légataire non agréé, aviser les actionnaires du nombre d'actions à vendre et leur indiquer le domicile du vendeur auquel les acquéreurs devront adresser leurs offres.

A défaut de cession dans le délai ci-dessus indiqué, le Conseil d'administration devra désigner aux héritiers, donataires ou légataires non agréés, un acquéreur auquel ces derniers seront tenus de vendre leurs actions à un prix qui, sauf entente entre les intéressés, ne pourra être inférieur à la valeur de l'action capitalisée au taux de 5 pour 100 d'après le revenu de l'année précédente.

Faute par le Conseil d'administration d'indiquer un acquéreur dans le délai de vingt jours, les héritiers donataires ou légataires resteront définitivement actionnaires.

Tout souscripteur ou actionnaire qui a cédé son titre cesse, deux ans après la cession, d'être responsable des versements non encore appelés.

La Société est administrée par un Conseil composé de cinq membres au moins et de sept au plus, pris parmi les associés et nommés par l'Assemblée générale, à l'exception de deux des premiers administrateurs, MM. Diatto et de Brancion qui sont statutaires.

Avant d'entrer en fonctions chaque membre du Conseil d'administration doit justifier de la possession de vingt titres.

Ces actions sont inaliénables, pendant la durée des fonctions des administrateurs, et déposées dans la caisse sociale et frappées d'un timbre indiquant l'inaliénabilité.

Elles sont affectées à la garantie de tous les actes de la gestion, même de ceux qui seraient exclusivement personnels à l'un des administrateurs.

La durée des fonctions de ce premier conseil sera de trois ans.

Lorsque les fonctions des premiers administrateurs auront cessé par l'expiration du délai de trois ans, il sera procédé à une élection générale du Conseil d'administration ; et à partir de cette époque, il sera procédé tous les deux ans, dans l'Assemblée générale ordinaire, à l'élection d'un ou de plusieurs membres du Conseil d'administration, de telle sorte que le renouvellement de ce Conseil ait lieu entièrement dans une période de six années.

L'ordre de sortie des membres de ce second conseil est fixé par un tirage au sort.

Dans la suite, cet ordre de sortie est déterminé par l'ancienneté.

Les administrateurs sortants peuvent toujours être réélus.

En cas de décès, démission ou empêchement d'un membre du Conseil d'administration, les autres membres pourvoient provisoirement à son remplacement, jusqu'à la première Assemblée générale, qui fait les nominations définitives.

L'administrateur ainsi nommé ne reste en exercice que jusqu'à l'époque où devaient expirer les fonctions de celui qu'il remplace.

Le Conseil d'administration peut déléguer telle partie de ses pouvoirs qu'il juge à propos à un Comité de direction composé de trois membres choisis dans le sein du Conseil ou en dehors de ce Conseil ou même parmi des personnes étrangères à la Société, dans les termes, avec le titre et aux conditions qu'il juge convenables.

Il pourra s'adjoindre ou adjoindre au Comité de direction un ingénieur conseil et passer avec ce dernier tout bail d'industrie aux conditions, appointements ou autres rémunérations qu'il avisera même pour une durée de plus de neuf années.

Il est tenu une assemblée générale ordinaire chaque année dans le courant du mois d'avril aux jours et lieu désignés par le Conseil d'administration.

Des assemblées générales peuvent, en outre, être convoquées, soit par le Conseil d'administration, toutes les fois qu'il le juge convenable ou qu'il en est requis par une réunion d'actionnaires propriétaires du quart du capital, soit par les commissaires.

Les convocations aux assemblées générales sont faites par lettres recommandées adressées à chacun des actionnaires et par un avis inséré au moins vingt jours à l'avance dans un journal du lieu du siège social.

Hughes reste encore le grand instrument de communications internationales.

Les treuils électriques de l'Hôtel des Postes. — On sait qu'à l'Hôtel des Postes la manutention des lettres nécessite des déplacements de ballots importants soit pour monter aux étages supérieurs, soit pour descendre aux étages inférieurs. Depuis le début de l'installation, la vapeur a été utilisée directement comme force motrice, et n'a jamais donné de bons résultats. L'administration des postes vient enfin de s'apercevoir qu'il existe des treuils électriques qui pourraient lui être utiles, et après des essais sérieux, elle a décidé le remplacement des dispositions premières. Non seulement il en résultera plus de rapidité dans le service et de bien meilleures conditions d'exploitation; l'économie annuelle atteindra de 35 à 40000 fr sur 55000 fr qui sont dépensés à l'heure actuelle. L'énergie électrique sera fournie par l'usine municipale des Halles. J. L.

Le tramway électrique de Lyon à Caluire. — Un décret présidentiel du 11 septembre 1896 a déclaré d'utilité publique l'établissement d'une ligne de tramway à traction électrique dans le département du Rhône, pour le transport des voyageurs entre le boulevard de la Croix-Rousse à Lyon et Caluire, au droit de la rue Vignoles près la place de l'Église.

Le même décret présidentiel approuve la convention passée le 14 avril 1896 entre le préfet du Rhône et M. Alexandre Durand, ce dernier s'engageant à construire et à exploiter la ligne à ses risques et périls sans subvention, ni garantie d'intérêt.

La traction aura lieu par le système à trolley. La ligne aura son point de départ sur le boulevard de la Croix-Rousse, en face de la gare du funiculaire de la place Croix-Paquet, et comportera les voies publiques ci-après désignées : boulevard de la Croix-Rousse, place de la Croix-Rousse, chemin de grande communication n° 1 de Lyon à Saint-Trivier, jusqu'au droit de la rue Vignoles. Les projets d'exécution seront présentés dans un délai de trois mois à partir de la déclaration d'utilité publique. Les travaux devront être poursuivis et terminés de telle façon que la ligne entière puisse être livrée à l'exploitation dans un délai d'un an à partir de la même date.

Les alignements seront raccordés entre eux par deux courbes dont le rayon ne pourra être inférieur à 18 m; la pente maxima est de 3,48 pour 100.

Les rails seront du type Broca en acier, de 28 kg au moins par mètre et ils reposeront sur une couche de sable de 20 cm d'épaisseur.

Le nombre des départs quotidiens ne descendra pas au-dessous de 40; les trains auront une longueur maxima de 20 m et une vitesse maxima de 20 km à l'heure.

Le concessionnaire doit déposer une caution de 8000 fr dont les quatre cinquièmes seront rendus au fur et à mesure de l'avancement des travaux et le dernier cinquième à l'expiration de la concession. F. M.

La lampe-étalon Hefner. — Nous publions plus loin une notice complète sur l'étalon de lumière récemment adopté, à titre provisoire, par le Congrès des Électriciens de Genève.

Le caractère quasi-officiel de ce document exigeait une traduction très serrée que ne favorisaient ni la richesse souvent obscure de la langue originale ni le texte allemand très prolixe sur certains points et plutôt trop sobre de détails en d'autres endroits. Nous avons cru devoir, en la circonstance, recourir, pour notre propre sécurité, aux lumières d'un de nos jeunes ingénieurs des Ponts et Chaussées, M. de Joly, attaché au service des Phares, qui joint à sa valeur scientifique la parfaite connaissance de la langue allemande. Nous sommes heureux de lui exprimer publiquement ici nos remerciements pour le précieux concours qu'il a bien voulu nous prêter. E. B.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Alger. — *Traction électrique.* — D'après nos informations, les travaux d'installation des tramways électriques de la ville d'Alger (n° 90, **1895**, p. 399, et n° 97, **1896**, p. 2) vont pouvoir être commencés. La Compagnie française Thomson-Houston, concessionnaire du réseau, entreprendra les travaux suivants :

La ligne des tramways électriques partirait de l'hôpital du Dey pour aboutir à la Colonne-Voirol, en empruntant exactement l'itinéraire suivi actuellement par la Société des Tramways et Omnibus.

L'usine génératrice serait édifiée au Pâté de Mustapha. Elle se composerait de trois groupes d'une puissance de 350 chevaux. Trois dynamos fourniraient l'énergie électrique, elles seraient de 200 kw chacune.

Les voitures du système Thomson-Houston seraient munies de deux moteurs commandant chacun un essieu; elles seront à 42 places avec faculté pour chacune d'elles d'en remorquer une semblable et du même nombre de places. Ces voitures seront pourvues de freins mécaniques puissants et porteront, en outre, des balais pour nettoyer les rails et 5 lampes de 16 bougies pour l'éclairage.

Le trajet s'effectuera, entre l'hôpital du Dey et le Plateau-Saulière, en 18 minutes; 20 minutes d'Alger à la Colonne-Voirol. Voilà, ce nous semble, de sérieuses améliorations à mettre en parallèle avec les vieux omnibus actuels.

Ajoutons encore que le soir toute la ligne sera éclairée électriquement, que le prix des places restera le même, et ce sera plus qu'il n'en faut, nous aimons à le croire, pour faire désirer ardemment aux Algérois qu'une prompte solution soit donnée à cette question.

La future Société concessionnaire est en mesure de commencer les travaux 45 jours après la délivrance de l'autorisation, et elle estime que 5 mois au plus lui suffiront pour livrer la nouvelle ligne à la circulation.

Besançon. — *Traction électrique.* — On a commencé, à Battant, la construction de la ligne pour les tramways électriques (n° 94, **1895**, p. 495); on est en train de poser les rails. La chose était restée si longtemps à l'état de projet que l'on doutait de la voir se réaliser jamais. Naturellement le public applaudira à cette innovation.

Une feuille locale émet en outre le vœu de voir s'étendre sur la banlieue le réseau de la Compagnie, certaines lignes comme Besançon-La butte Saint-Ferjeux seraient une source de rapport.

Châlons-sur-Marne. — *Traction électrique.* — Nous lisons dans la *Dépêche de l'Est* que le réseau des tramways électriques que l'on est en train d'installer à Châlons (n° 88, **1895**, p. 351) fonctionnera très prochainement. Les travaux de construction de l'usine sont commencés, boulevard de Marne, près du pont Pochet; dans un mois on procédera au montage des chaudières et des moteurs.

Les rails sont placés depuis l'entrée de Sainte-Memmie jusqu'à la rue Pasteur, puis sur une petite partie du faubourg de la Marne. On est à peu près certain qu'avec le nouveau mode de locomotion le public aura à sa disposition près de quarante-huit départs dans chaque sens.

Les conditions d'exploitation ne sont pas encore connues, mais il est à présumer qu'il y aura un nombre suffisant d'arrêts pour que tous les quartiers soient desservis d'une façon satisfaisante.

Elne (Pyrénées-Orientales). — *Éclairage.* — Le matériel nécessaire à l'installation de l'éclairage électrique est arrivé dans cette ville et d'ici peu on compte inaugurer la nouvelle station centrale.

Gex (Ain). — *Éclairage.* — Dans sa dernière séance, le Conseil municipal de Gex a adopté les propositions qui lui étaient faites par M. Pierre Dumont pour l'éclairage de cette ville.

Un syndicat s'est formé à Gex en même temps que la Société électrique, en vue de la construction d'un tramway de Gex à Ferney. Le Conseil a maintenu ses subventions de 17 500 fr à la Compagnie qui se chargera de la construction et a alloué 1000 fr au Syndicat.

La Seyne (Var). — *Traction électrique.* — Les démarches de la ville d'Hyères auprès de la municipalité de Toulon en vue de la création d'une ligne de tramways électriques entre ces deux villes viennent de mettre en éveil la ville de la Seyne. Si en effet des offres de cette nature pour relier Toulon à la Seyne étaient faites à la Société d'exploitation toulonnaise, on ne doute pas qu'après avis de la municipalité de Toulon, une solution favorable interviendrait à bref délai.

Si nous en croyons en effet une feuille locale, la ligne de Toulon à la Seyne avec halte aux nombreux quartiers populeux qui sont sur le parcours, serait plus que justifiée : elle constituerait un revenu important pour la Société concessionnaire, et les avantages qui en résulteraient pour les habitants des deux villes et ceux établis sur le parcours seraient des plus nombreux.

Lourdes (Hautes-Pyrénées). — *Éclairage.* — M. Constarot a présenté à la commission municipale des Travaux publics, un projet d'installation de la lumière électrique que la majorité du Conseil a paru prendre en grande considération. Avec la puissance motrice à sa disposition il offre d'éclairer la ville avec un rabais de moitié sur les prix de la Compagnie du gaz jusqu'à ce qu'il ait recouvré ses frais d'installation et, ensuite il pourvoirait gratuitement à l'éclairage municipal, se contentant des bénéfices que lui fournirait la recette de l'éclairage particulier. Reste à savoir si ses propositions pourront être adoptées en présence du traité conclu avec la Compagnie Gaz et Eaux et de l'obligation qui en résulte pour elle d'avoir à transformer son éclairage s'il s'en produisait un autre plus avantageux.

Marseille. — *Traction électrique.* — Des propositions ont été présentées au Conseil municipal de Marseille par la Compagnie générale française des tramways, il s'agit en l'espèce de la substitution de la traction électrique à la traction animale.

Le projet de la Compagnie comprend l'adoption du fil aérien sur toutes les lignes, sauf celle de l'Estaque qui, pour le moment, continuerait à être desservie par des tramways à vapeur. Cette question qui intéresse au plus haut point la population tout entière, est venue dernièrement en discussion au Conseil municipal extraordinairement réuni en commission consultative.

MM. Payen, directeur général de l'exploitation à Marseille ; Doux, ingénieur de la Compagnie ; et M. Guary, administrateur délégué, venu tout exprès de Paris, assistaient à cette réunion.

Une discussion très intéressante s'est engagée et ces messieurs ont exposé avec une grande clarté de détails les avantages et les inconvénients des divers systèmes employés jusqu'à ce jour pour la traction électrique.

L'objection principale a été surtout, de la part de certains membres du Conseil municipal, de savoir si les potences supportant les fils qui seraient placés sur la Cannebière, les rues Noailles, de Rome, etc., ne deviendraient pas un obstacle pour la circulation.

On a fait valoir de part et d'autre des arguments divers, sans toutefois rien conclure de définitif.

L'ingénieur de la Compagnie, M. Doux, paraît toutefois avoir réussi à calmer les appréhensions de certains conseillers municipaux.

La question des tarifs a été également abordée dans cette assemblée et M. Payen a déclaré qu'ils subiraient des diminutions notables équivalant à 50 pour 100 environ sur la plupart des lignes. Par exemple, le parcours du cours Saint-Louis à la mer par le Prado ou par la Corniche ne coûterait plus que 15 centimes avec le système projeté.

On conçoit quel avantage il y aurait pour la population à voir aboutir promptement un projet de ce genre. La ville n'y perdrait rien pour son compte, puisque la Compagnie consentirait un minimum de redevance annuelle de 100 000 fr, sur la recette brute des voyageurs pendant toute la durée de l'exploitation.

La question sera de nouveau examinée.

Nantes. — *Traction électrique.* — Nous apprenons qu'en outre des travaux en cours d'exécution pour l'installation d'une ligne de tramways électriques (n° 82, **1895**, p. 208), trois compagnies ont adressé des propositions au Conseil municipal relativement à la création de nouvelles lignes de tramways électriques sur l'ancienne ligne des ponts aujourd'hui délaissée, et allant jusqu'à Saint-Paul. Une autre ligne est projetée également dans la direction de Vannes et une troisième allant de la place Royale à la place Canclaux.

Nontron (Dordogne). — *Éclairage.* — La question de l'éclairage électrique de Nontron va être définitivement résolue. Il paraît que l'ancien projet (n° 102, **1896**, p. 116), consistant à établir au Moulin-Blanc un barrage destiné à emmagasiner l'eau et à produire une chute suffisante pour actionner les turbines, est écarté et remplacé par un projet comprenant une canalisation partant de l'écluse de la Mandau (avec pente de 0,5 pour 100 et chute de 17 mètres) et allant actionner les turbines qui se trouveraient au Moulin-Blanc, là même où serait installée l'usine électrique.

Ce nouveau projet, sans être plus onéreux que le précédent, donnerait une augmentation de 450 lampes de 16 bougies, ce qui permettrait de disposer pour les particuliers d'un plus grand nombre de lampes, tout en produisant par là un plus grand bénéfice à la ville de Nontron.

Oran. — *Traction électrique.* — Ainsi que nous le faisions prévoir à propos de l'éclairage de cette ville (n° 92, **1895**, p. 447, et n° 108, **1896**, p. 268), l'établisssment d'un réseau de tramways dans Oran est chose décidée ; nous apprenons en effet que le dossier des tramways électriques vient de franchir une des longues étapes auxquelles est voué le projet, avant de pouvoir entrer dans la voie de l'exécution.

Le service des Ponts et Chaussées a, en effet, conclu au renvoi du projet à l'autorité supérieure, ce qui indique qu'aucune objection sérieuse n'a été formulée.

Le dossier a donc été transmis au Gouverneur général par le Préfet, qui le prie d'insister auprès du Ministre des Travaux publics pour qu'une décision intervienne le plus tôt possible.

Cette décision doit prescrire l'enquête de *commodo* et *incommodo*. Si cette enquête est favorable et si aucune modification au projet n'est réclamée, le dossier devra de nouveau être retourné au ministère des Travaux publics, puis de là envoyée au Conseil d'État.

Ce n'est qu'après l'avis favorable du Conseil d'État qu'interviendra le décret déclaratif d'utilité publique.

La Ville aura encore, quand seront terminées toutes les formalités qui précèdent, à faire approuver la partie technique du projet ; mais M. Faye s'est engagé à commencer les travaux

sous sa responsabilité avant l'accomplissement de cette dernière formalité.

Si l'on se hâte, l'année 1897 verra peut-être s'ouvrir les chantiers, à la grande satisfaction des habitants.

Taulignan et Chamaret (Drôme). — *Traction électrique.* — Dans une séance du Conseil général de la Drôme, M. Noyer a demandé la construction d'un chemin de fer à traction électrique entre Taulignan et Chamaret. Après une longue discussion, la proposition a été renvoyée à la commission des finances.

ÉTRANGER

Bruxelles. — *Traction électrique.* — Les Sociétés des tramways bruxellois et des chemins de fer à voie étroite Ixelles-Bœndael se sont enfin entendues et les résultats de cette conciliation seront des plus favorables pour le public. En effet, quatre voies électriques seront établies vers le cinquantenaire; elles partiront respectivement de la place Saint-Josse, de la place de Louvain, de la rue de la Loi et de la porte de Namur. De plus la traction sur la ligne de Tervueren sera faite électriquement.

Budapest. —*Traction électrique.* — Le chemin de fer électrique *souterrain* de Budapest (n° 105, **1896**, p. 196) a été mis en service il y a quelques mois. Cette ligne relie le centre de la ville au Stadtwaldchen, le bois de Boulogne de la capitale hongroise; elle part de Giselplatz près du Danube, traverse Elisabethplatz et le boulevard Waitzner pour suivre ensuite la rue Andrassy, à l'extrémité de laquelle elle remonte au niveau du sol pour gagner le puits artésien du Stadtwaldchen.

La ligne a coûté 9 millions de francs; elle comporte 3500 m d'alignements droits et 3000 m seulement d'alignements courbes; le rayon, pour ces derniers, descend jusqu'à 40 m au coin de la Deakplatz et du boulevard Waitzner, mais il est de 100 m ou de 200 m sur les autres points. En profil, la ligne présente sur toute sa longueur une rampe continue depuis le Danube; cette rampe est très douce, l'inclinaison variant de 1 à 2 mm par mètre. A la sortie du tunnel, on trouve pourtant, sur 165 m de longueur, une pente de 20 mm par mètre.

La ligne est à double voie à l'écartement de 1,435 m, l'intervalle entre les axes des voies est de 3,20 m. Dans les alignements droits, le tunnel a 6 m de largeur; cette largeur est portée à 6,70 m dans les parties courbes; la hauteur est uniformément de 2,85 m, le plafond se trouvant à 0,85 m seulement au-dessous de la chaussée. Ce plafond repose sur des poutres et des colonnes en fer espacées, les premières de 1 m, les secondes de 3 à 4 m l'une de l'autre. La section du tunnel est rectangulaire, elle s'élargit aux stations. Celles-ci sont au nombre de 11; l'intervalle entre deux stations successives varie de 100 à 500 m. Les quais, auxquels on accède par des escaliers, mesurent de 24 à 32 m de long sur 3 à 8 m de large; ils peuvent recevoir un millier de personnes, et ils sont arasés à 0,30 m au-dessus de la ligne, de manière à ce que les voitures se trouvent de plain-pied.

Les billets sont fournis par des distributeurs automatiques placés à l'entrée des escaliers, le prix est d'ailleurs fixé d'une façon uniforme à 0,20 centimes.

Le parc compte 20 voitures automobiles et 10 voitures à remorquer. Ces voitures ont 12 m de long sur 2,20 m de large, elles offrent 28 places. L'exploitation est basée sur une vitesse maximum de 40 km à l'heure.

Genève. — *Extension de l'éclairage.* — Dans une de ses dernières séances, le Conseil municipal de Genève s'est occupé du rachat des installations de la *Compagnie de l'Industrie électrique* et une des conséquences de ce rachat a été une augmentation très notable du service, ainsi que le prouve l'accroissement continu des recettes.

Ce mouvement ne peut que s'accentuer par le fait des nombreuses constructions qui s'élèvent dans les divers quartiers de ville et de la banlieue, et dans lesquelles l'éclairage électrique tend de plus en plus à remplacer les anciens systèmes. En outre, bon nombre de localités importantes du canton commencent à faire des démarches dans le but d'obtenir la possibilité de profiter de ce mode d'éclairage si pratique.

La ville de Genève, qui fait déjà rayonner sur toute la surface de son canton l'eau ménagère et la force motrice, sera également appelée à fournir l'énergie électrique à presque toutes les communes, et sa vieille devise *Post tenebras lux* recevra ainsi une nouvelle consécration. Parmi ces demandes, la plus avancée est celle de la commune de Versoix. Ce bourg était déjà en possession d'un réseau d'éclairage électrique, dont le courant était fourni par l'usine Stutzmann, à Richelieu. A la suite de l'incendie récent de cette usine, M. Stutzmann a offert à la Ville de lui vendre sa concession. Après expertise contradictoire, la Ville a consenti à faire cette acquisition pour la somme de 62 000 fr. En conséquence, l'usine de Richelieu ayant cessé de fonctionner et le courant sera fourni par une ligne directe venant de Chèvres. Tout fait prévoir un développement rapide de ce réseau. En outre la ligne pourra desservir des localités importantes, telles que Vernier, le Grand Saconnex, Pregny, etc., etc.

Le Caire. — *Traction électrique.* — La ligne de tramways à traction électrique établie au Caire par l'*Union Elektricitäts Gesellschaft* de Berlin, pour le compte de la *Société générale des chemins de fer économiques* de Bruxelles, a été ouverte à l'exploitation le 1er août dernier. Elle traverse la ville et pénètre jusqu'au cœur du vieux Caire en touchant la place Méhémet-Ali.

Le service sur les 20 km de voie environ, est fait par 40 voitures automotrices ouvertes et par 20 voitures remorquées. Le courant nécessaire est fourni par une station génératrice située sur le bord du Nil, où les pompes puisent l'eau nécessaire à l'alimentation et à la condensation.

Neuchâtel (Suisse). — *Traction électrique.* — Le conseil d'administration du tramway Neuchâtel-Saint-Blaise, en exécution de la décision prise par l'assemblée générale des actionnaires, se met courageusement à l'œuvre, écrit-on au *Neuchâtelois*, pour arriver à l'utilisation de la traction électrique sur son réseau.

Des travaux sont actuellement commencés dans ce but aux Saars, où se trouvent la remise des voitures et l'atelier de réparations.

Le public se réjouit beaucoup que cette importante question soit résolue, car on pourra franchir la courte distance de Neuchâtel à Saint-Blaise en bien moins de temps qu'il n'en faut actuellement.

Avec la nouvelle traction, il y aura des départs tous les quarts d'heure environ et il se peut que les courses spéciales jusqu'au Mail soient introduites dans l'horaire.

Les frais d'exploitation résultant de l'application de la traction électrique seront moins élevés qu'aujourd'hui, et la Compagnie compte sur une augmentation sensible de la circulation; le nombre des voitures sera également augmenté.

Porrentruy (Suisse). — *Éclairage.* — La municipalité de Porrentruy vient de recevoir de la maison Alioth, de Bâle, un projet avec devis pour établir, avec les chutes du Doubs près de Soubey, une installation complète fournissant à la ville l'énergie électrique. Ce ne sera pas du reste la seule proposition présentée à Porrentruy pour cette affaire, une maison de Genève enverra prochainement un travail identique accompagné de la proposition ferme d'exécution.

LA LAMPE-ÉTALON HEFNER

SPÉCIFICATION — VÉRIFICATION — EMPLOI

La lampe Hefner, à l'acétate d'amyle, déjà usitée en Allemagne comme étalon d'intensité lumineuse, étant appelée, d'après le vœu exprimé par le Congrès de Genève, à devenir, du moins provisoirement, la représentation industrielle de la bougie décimale (vingtième de l'unité théorique de Violle), il nous a paru intéressant de reproduire sur sa spécification, sa vérification et son emploi, si peu connus en France, le document le plus autorisé à cet égard. C'est la communication de l'Institut physico-technique de l'Empire allemand chargé de l'étudier et d'en apprécier la valeur. Il date de 1893.

É. H.

En 1884, M. von Hefner-Alteneck a proposé l'adoption d'une unité pratique de lumière ainsi définie : « On emploiera comme unité d'intensité lumineuse celle d'une flamme brûlant librement et en repos dans l'air atmosphérique pur, donnée par la section droite d'une mèche massive imprégnée d'acétate d'amyle et remplissant exactement un tube cylindrique en maillechort de 8 mm de diamètre intérieur sur 8,3 mm de diamètre extérieur et de 25 mm de hauteur verticale, la hauteur de la flamme étant de 40 mm au-dessus du bord du tube et mesurée dix minutes au moins après allumage ». Cette intensité lumineuse a été désignée sous le nom d' « étalon Hefner » et l'emploi de la lampe, dite « lampe Hefner », destinée à sa réalisation, a pris immédiatement une grande extension en Allemagne, où ce nouveau terme de comparaison s'est bientôt substitué, tant dans l'industrie électrique que dans celle du gaz, à la bougie précédemment usitée.

Comparativement aux autres sources lumineuses constituées par des flammes entretenues dans l'air atmosphérique, la lumière Hefner offre le grand avantage de dériver d'un combustible parfaitement défini. La lampe elle-même est, en outre, si simplement déterminée dans ses éléments essentiels qu'il est toujours facile de la reproduire exactement. L'Institut impérial physico-technique allemand a été conduit à l'étude de cette lampe par le besoin de plus en plus grand d'un étalon pratique et sûr d'intensité lumineuse, si bien que, en 1890, l'Association allemande des ingénieurs gaziers et hydrauliciens, désirant introduire partout la lampe Hefner dans l'industrie du gaz, lui en demanda l'exacte spécification.

Les essais dont elle a été l'objet ont donné dans l'ensemble des résultats favorables. Son intensité lumineuse a été reconnue d'une manière générale assez indépendante de la précision absolue des dimensions indiquées pour ne pas exiger une construction trop parfaite. Toutefois l'épaisseur du tube cylindrique qui reçoit la mèche a une importance capitale en ce que, si elle est trop forte, l'intensité s'en trouve amoindrie, tandis que, si elle est trop faible, la flamme est moins tranquille. Les épreuves faites sur le combustible ont également été très satisfaisantes. Le degré de pureté chimique qu'il doit présenter n'excède pas les limites de ce qui peut être réalisé dans tout laboratoire. Les méthodes de contrôle sont, en outre, si simples qu'elles permettent de reconnaître aisément si l'acétate d'amyle n'a pas été assez soigneusement préparé ou s'il a été intentionnellement altéré. On n'a pas d'ailleurs à craindre de décomposition du combustible, soit en approvisionnement, soit en fonctionnement.

Les résultats des recherches relatives à l'influence de l'état de l'air ambiant sur l'intensité lumineuse ont été moins satisfaisants. On a constaté tout d'abord que cette intensité lumineuse était notablement réduite par la présence d'acide carbonique dans l'air, comme l'avait déjà signalé M. von Hefner-Alteneck. On a ensuite reconnu, même en ayant soin de faire toujours fonctionner la lampe dans un endroit bien ventilé, des variétés d'intensité lumineuse dépendant des conditions météorologiques de l'air ambiant. Cette dernière influence est néanmoins négligeable pour les besoins industriels courants.

Malgré ce défaut et quelques autres inconvénients (1) constatés, la lampe Hefner conserve de si nombreux avantages sur la bougie en particulier, qu'il parut désirable à tous égards d'en favoriser le plus possible l'introduction générale dans la pratique.

Après de nombreuses conférences avec M. von Hefner-Alteneck, l'Association allemande des ingénieurs gaziers et hydrauliciens et les constructeurs intéressés et à la suite d'expériences répétées aux cours de cette étude relativement à la forme à donner à la lampe Hefner en vue de sa constante spécification, on est finalement tombé d'accord pour ne modifier en rien sa définition primitive. On convint seulement d'annexer à chaque lampe présentée à l'étalonnage une jauge destinée à mesurer la hauteur de la flamme, ainsi qu'un index pour le contrôle de la position de cette jauge au-dessus du bord supérieur du conduit de la mèche. On a, en outre, décidé de n'étalonner que des lampes d'un modèle parfaitement déterminé fixé d'avance. En ce qui concerne la nature de la jauge additionnelle pour la mesure de la flamme, on s'est arrêté à la forme convenable la plus simple et, à côté de la mire (2) von Hefner-Alteneck, on a, sur la proposition de la Commission spéciale de l'Association allemande des ingénieurs gaziers et hydrauliciens et malgré l'opposition manifestée contre cet appareil, adopté la jauge optique de flamme du Dr Krüss.

On trouvera ci-après des détails sur le modèle prescrit de la lampe et sur sa vérification. Un point est cependant encore à noter. D'après les expériences de l'Institut impérial physico-technique, deux lampes établies dans les conditions voulues et brûlant dans la même atmosphère ne présentent, sauf erreur d'observation, aucune différence d'intensité lumineuse. On a là un contrôle certain

(1) Tels que défaut de rigidité, vacillations et pointe mousse de la flamme.

(2) Légèrement différente de sa forme primitive.

de bon établissement de la lampe Hefner. Néanmoins on a jugé nécessaire de s'assurer pour chaque lampe, avant l'étalonnage de son intensité normale, qu'elle répond bien à son objet, et de noter sur son certificat de vérification le résultat de son épreuve photométrique. Les épreuves mêmes permettent ainsi de se livrer à d'autres expériences sur la lampe Hefner. Les vérifications avec la jauge de flamme de Krüss laissent d'ailleurs à l'épreuve photométrique toute sa valeur, bien que, avec cette disposition optique, une partie du contour de la flamme soit absorbée par l'image.

L'Allemagne a, comme on sait, l'intention de rendre prochainement légales les unités électriques. Dans les avis qu'il a formulés à cet égard, l'Institut impérial physico-technique a eu en vue de profiter de l'occasion pour donner une base d'estimation de l'intensité lumineuse; il lui a paru désirable de réunir le plus d'expériences possibles relativement à cette question sur laquelle un accord international est encore moins près de se faire que sur les unités électriques. D'ailleurs, même à défaut de la reconnaissance légale de l'étalon Hefner, la bougie ne tardera pas à être abandonnée complètement en Allemagne comme unité d'intensité lumineuse. Depuis plusieurs années déjà l'Institut impérial physico-technique ne fournit plus ses estimations qu'en unités Hefner.

Entre temps, on aura souvent besoin de transformer en unités Hefner des intensités lumineuses énoncées en bougies; aussi est-il bon d'indiquer quelques coefficients de conversion pour les bougies le plus employées en Allemagne, telles que la bougie anglaise brûlant avec une hauteur de flamme de 45 mm et la bougie allemande de paraffine d'une hauteur de flamme de 50 mm.

Nous donnons pour cette dernière le coefficient admis par l'Association allemande des ingénieurs gaziers et hydrauliciens d'accord avec l'Institut impérial physico-technique :

$$\frac{\text{Intensité lumineuse de la bougie allemande de paraffine (Hauteur de flamme 50 mm)}}{\text{Étalon Hefner}} = 1,2.$$

Pour le coefficient de conversion de la bougie anglaise, à défaut de détermination précise de ce genre, nous prenons la moyenne d'une série d'observations qui paraissent dignes de foi [1] :

$$\frac{\text{Intensité lumineuse de la bougie normale anglaise (Hauteur de flamme 45 mm)}}{\text{Étalon Hefner}} = 1,14.$$

[1] Voici les chiffres qui ont servi de base à l'établissement de cette moyenne :

Elster et Bessin, 1887	1,13
Docteur Liebenthal (après correction), 1888	1,139
Institut impérial, 1890 (bougie de la municipalité de Berlin)	1,133
Commission d'étude de mesure de l'intensité lumineuse (mèche légèrement débordante)	1,145
Commission d'étude de mesure de l'intensité lumineuse (mèche arasée)	1,148
Institut impérial, 1893 (bougie de la commission d'étude de mesure de l'intensité lumineuse)	1,133
Moyenne	1,141

On trouvera ci-dessous le texte des conditions d'épreuve et la description de la lampe Hefner dans la forme où elle est admise à l'étalonnage, ainsi qu'un spécimen du certificat de vérification et une notice sur son mode d'emploi.

CONDITIONS D'ÉPREUVE

La seconde section (pratique) de l'Institut impérial physico-technique se charge de l'épreuve et de l'étalonnage des lampes Hefner dans les conditions suivantes, établies d'accord avec l'Association allemande des ingénieurs gaziers et hydrauliciens :

§ 1. — L'épreuve a pour but de constater si l'intensité lumineuse de la lampe, alimentée à l'acétate d'amyle pur et brûlant avec la hauteur de flamme indiquée par le repère de la jauge y annexée et dix minutes au moins après allumage, est conforme à l'intensité lumineuse normale fixée par l'Institut physico-technique pour l'étalon Hefner.

§ 2. — Ne sont admises à la vérification que les lampes Hefner conformes à la description qui les accompagne, en ce qui concerne la jauge de flamme prescrite et l'index de contrôle annexé, et portant le nom du constructeur ainsi qu'un numéro de fabrication.

§ 3. — La vérification porte :

1° Sur le contrôle des dimensions les plus importantes;

2° Sur la comparaison photométrique avec l'étalon de l'Institut dans les conditions d'emploi de la jauge de flamme annexée à la lampe.

§. 4. — La vérification indique que :

1° L'épaisseur de la paroi du conduit de mèche n'a pas plus de 0,02 mm en plus ou de 0,01 mm en moins, que sa longueur n'a pas plus de 0,5 mm en plus ou en moins, que son diamètre intérieur n'a pas plus de 0,01 mm en plus ou en moins de sa mesure normale, et que la distance du bord supérieur du conduit de mèche à l'index annexé n'excède pas de plus de 0,1 mm sa valeur normale;

2° L'intensité lumineuse n'a pas présenté un écart de plus de 0,02 de sa valeur normale;

Et que dans ces conditions l'estampille est accordée.

§ 5. — La vérification est constatée par un même numéro courant avec estampille de contrôle sur les parties suivantes de la lampe :

1° Le socle;

2° Le chapeau contenant le rouage de la mèche;

3° Le conduit de la mèche;

4° La jauge de flamme;

5° L'index.

L'aigle de l'Empire constitue cette estampille. Il est, en outre, délivré un certificat constatant que l'intensité lumineuse est voisine, à 0,01 près, de sa valeur normale.

§ 6. — Le tarif d'épreuve et d'étalonnage est ainsi établi :

1° Pour une lampe Hefner avec jauge de flamme : 3,75 fr;

2° Pour une lampe Hefner avec mire et jauge optique de flamme : 5,75 fr;

3° Pour une lampe Hefner avec conduit de mèche de rechange et jauge de flamme : 5,75 fr;

4° Pour une lampe Hefner avec conduit de mèche de rechange et les deux jauges de flamme : 7 fr.

Charlottenburg, le 30 mars 1893.

Institut impérial physico-technique.
Signé : Von Helmholtz.

DESCRIPTION DE LA LAMPE

La figure 1 et la figure 2 ci-dessous donnent une coupe verticale et une coupe horizontale d'une lampe Hefner

avec mire Hefner-Alteneck. La figure 3 représente une vue en plan de la mire, et les figures 4 et 5 deux vues, en perspective et en plan, de la jauge de flamme de Krüss. On voit, en outre, sur les figures 6 *a*, 6 *b*, 6 *c*, les index annexés.

Les figures 1, 2, 3, 4, 5 sont sensiblement aux trois

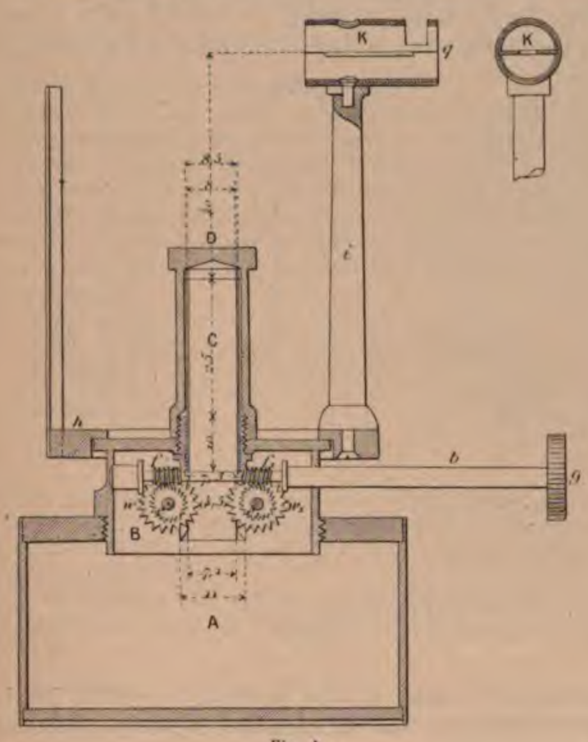


Fig. 1.

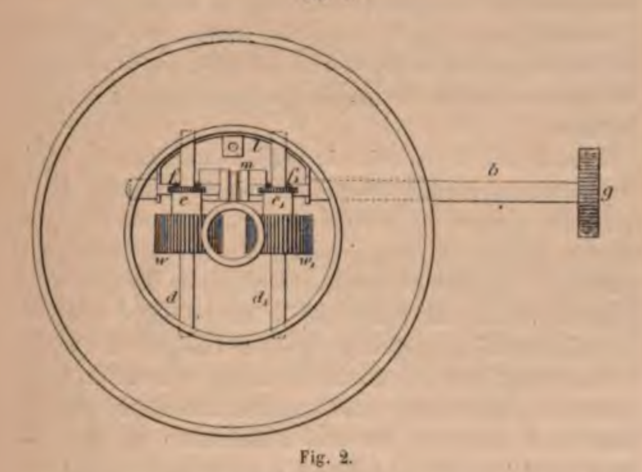
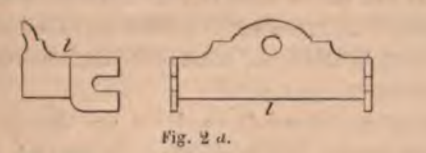


Fig. 2.

quarts de grandeur d'exécution; les autres, de grandeur d'exécution.

La lampe elle-même comprend le socle A, le chapeau B


Fig. 2 *a*.

contenant les pièces de mouvement de la mèche et le conduit de mèche C.

Le socle A sert de réservoir pour l'acétate d'amyle; il est en laiton ou en cuivre rouge étamé intérieurement.

Le chapeau B porte intérieurement d'abord le tube de porte-mèche *a* (fig. 1), au bas duquel sont pratiquées deux échancrures rectangulaires opposées, et en second lieu les pièces d'entraînement de la mèche. Celles-ci se composent de deux axes d et d_1 (fig. 2) sur lesquels sont montés deux tambours dentés w et w_1 (fig. 1 et 2) qui attaquent la mèche par les deux échancrures ci-dessus. Sur les mêmes axes et latéralement à ces tam-

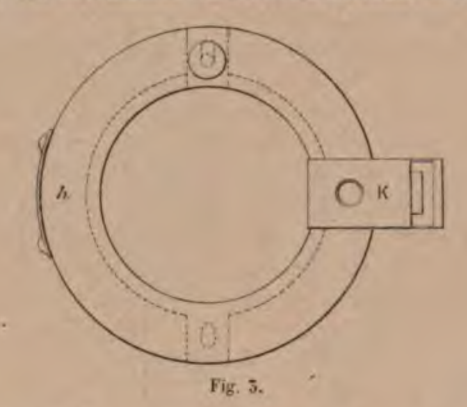


Fig. 3.

bours sont fixées les roues dentées e et e_1 qui font corps avec eux; elles peuvent recevoir, par l'entremise de deux vis sans fin f et f_1 montées sur un même axe b, deux mouvements de sens contraires. L'axe b se termine par un bouton moletté g qui permet de faire mouvoir à la main cet ensemble de rouages. Tout mouvement longitudinal de l'axe b est empêché par le ressort l représenté séparément (fig. 2*a*) et le renflement discoïdal monté sur


Fig. 3 *a*. Fig. 3 *b*. Fig. 3 *c*.

l'axe b à égale distance des vis sans fin f et f_1 et supporté par la chape métallique m fixée au fond du chapeau B. Le tube de porte-mèche *a* dépasse de 4 mm environ le dessus du chapeau B, et le filet de cette partie saillante permet d'y visser une enveloppe cylindrique D (fig. 1) protectrice du conduit de mèche. Tout près de la pièce *a* sont pratiquées, dans le fond du chapeau B, deux ouvertures verticales opposées, de 1 mm environ de diamètre, qui permettent la rentrée de l'air en remplacement du combustible consommé. Elles sont disposées de manière à être recouvertes et bouchées par l'enveloppe D mise en place.

Le conduit de mèche est formé d'un tube de maillechort sans soudure; il doit avoir 35 mm de long sur 8 mm de diamètre intérieur, avec une épaisseur de paroi de 0,15 mm. On l'introduit par le haut dans la pièce *a* en l'enfonçant à bloc. La partie saillante du conduit doit avoir 25 mm de longueur. Ce tube doit d'ailleurs entrer à frottement doux, de manière à pouvoir s'enlever aisément, sans cependant se soulever par le mouvement de la mèche.

Le jauge qui sert à donner à la flamme sa hauteur normale de 40 mm est fixée sur un anneau amovible, mobile et immobilisable à volonté *h* (fig. 1, 3, 4 et 5), qui se monte sur le fond du chapeau B. Le mode de fixation est

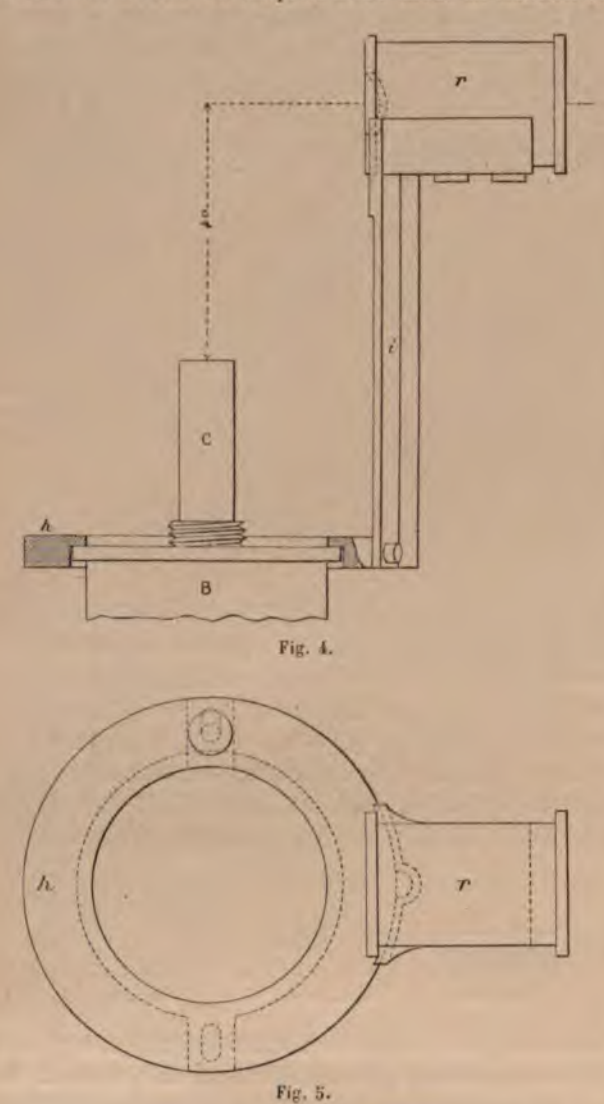


Fig. 4.

Fig. 5.

indiqué par les figures 3 *a* et 3 *b*. Le support *i* (fig. 1 et 4), qui relie l'anneau à la jauge proprement dite, doit avoir assez de rigidité pour ne pas s'incurver autrement que sous un effort mécanique violent.

Comme jauge, on peut employer soit la mire von Hefner-Alteneck, soit l'appareil optique de Krüss. On peut appliquer à une même lampe les deux jauges de flamme, mais celles-ci ne peuvent pas être montées sur le même anneau.

La mire K (fig. 1 et 3) se compose de deux tubes coulissant l'un dans l'autre et dont l'axe commun coupe à angles droits l'axe du conduit de mèche. Le tube intérieur est fendu suivant sa longueur et porte une petite plaque d'acier poli horizontale *q* (fig. 1 et 3 *c*), de 0,2 mm d'épaisseur, dans laquelle est découpé un rectangle. Le plan inférieur de cette plaque d'acier doit se trouver à 40 mm au-dessus du bord supérieur du conduit de mèche.

L'appareil optique *r* (fig. 4 et 5) consiste en un tube de 30 mm environ de long, dont l'axe, également horizontal, coupe celui du conduit de mèche. Ce tube est fermé, du côté tourné vers le conduit de mèche, par un petit objectif dont la distance focale est de 15 mm environ, et, du côté opposé, par un écran finement dépoli, dont le côté dépoli regarde l'objectif. Ce dernier porte en son milieu un trait noir horizontal de 0,2 mm d'épaisseur au

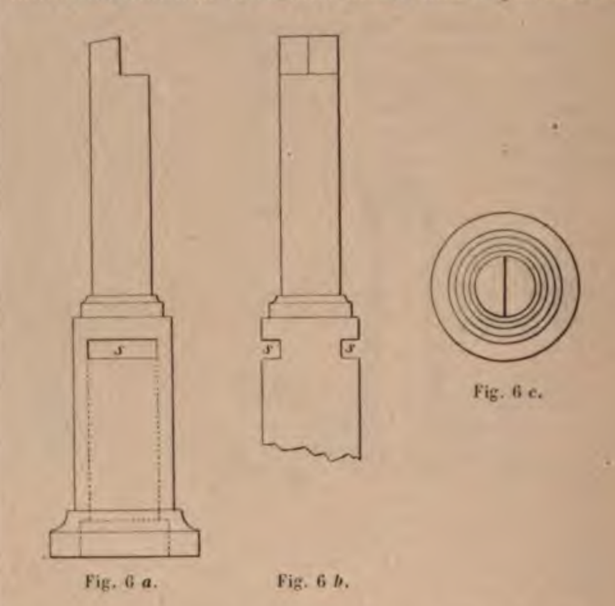


Fig. 6 *a*. Fig. 6 *b*. Fig. 6 *c*.

maximum. L'image du bord supérieur de ce trait donnée par l'objectif doit être exactement à 40 mm au-dessus du centre du bord supérieur du conduit de la mèche.

Aucune partie de la jauge de flamme ne doit être mobile ou pouvoir se dévisser. A cet effet, les têtes de vis de fixation doivent être limées sur toute la profondeur de la fente.

L'index sert à contrôler la position normale du bord supérieur du conduit de mèche, ainsi que celle de la jauge de flamme. On en voit la disposition sur les figures 6 *a*, 6 *b* et 6 *c*. Lorsqu'il est monté sur le conduit de mèche de manière à se trouver serré sur le fond du chapeau B, on doit, en visant par la fente *s* (fig. 6 *a* et 6 *b*) pratiquée à mi-hauteur à peu près de l'index, voir, entre le bord supérieur du conduit de mèche et la partie horizontale supérieure de cette entaille, une ligne fine de lumière de moins de 0,1 mm d'épaisseur; de plus, le bord supérieur de l'entaille de l'index doit, quand on emploie la mire, se trouver dans le plan de la face inférieure de la petite plaque d'acier. Quand on se sert de la jauge optique de flamme, la fente de l'index doit se projeter finement sur le bord supérieur du trait de la jauge de flamme. La distance entre le bord supérieur du conduit de mèche et la fente de l'index doit, dans ces conditions, être de 40 mm exactement.

La partie supérieure de l'index a un diamètre un peu inférieur à 8 mm. Il doit glisser à frottement doux dans dans le conduit de mèche et sert à le retirer dans le cas où il a besoin d'être nettoyé.

Cet index est en laiton et, en tout cas, d'une seule pièce.

Toutes les parties métalliques de la lampe, en dehors du conduit de mèche et de la petite plaque d'acier de la mire, sont passées au mat noir.

TYPE DU CERTIFICAT DE VÉRIFICATION

LAMPE HEFNER N° ....

La lampe porte les désignations suivantes :.....

Elle comporte comme annexe une mire von Hefner-Alteneck, une jauge optique de Krüss, un conduit de mèche de rechange et un index de contrôle.

Les écarts, par rapport aux dimensions fixées, sont restés pour le conduit de mèche et l'index de contrôle, inférieurs aux limites prescrites pour la délivrance du certificat.

L'épreuve photométrique a donné pour son intensité lumineuse avec la

	pour le tube *a*.	pour le tube *b*.	
Mire Hefner-Alteneck. . .	. . . .	. . . .	Hefners.
Jauge de flamme Krüss.	. . . .	. . . .	—

Les écarts ne dépassant pas les limites admissibles, la lampe a reçu le numéro d'épreuve ci-dessus et l'estampille de l'aigle de l'Empire sur les parties spécifiées par les prescriptions de vérification.

A ce certificat sont annexés une description et un mode d'emploi de la lampe, de la jauge de flamme et de l'index de contrôle.

Charlottenburg, le 189 .

Institut impérial physico-technique (Section II).
(*Signature.*)

Au dos du certificat sont imprimés un résumé des conditions d'épreuve ci-dessus données et autres détails concernant la vérification.

MODE D'EMPLOI

MÈCHE

La nature de la mèche est, d'une manière générale, sans influence sur l'intensité lumineuse. Il faut toutefois avoir soin qu'elle remplisse bien son conduit sans y être trop serrée. Le plus simple est de la constituer d'un faisceau de gros brins de coton. Mais, comme il arrive parfois que les mèches floches de ce genre ne sont pas parfaitement entraînées par des rouages grossièrement établis, que les brins de coton peuvent se mêler à l'intérieur du socle et se prendre alors facilement dans les roues et les tambours dentés du système, on emploie ordinairement des mèches floches à enveloppe tressée. Il n'y a, dans l'espèce, aucune autre recommandation à faire que l'observation des conditions ci-dessus : remplissage du conduit sans excès de serrage.

ACÉTATE D'AMYLE

La qualité de l'acétate d'amyle applicable à la lampe Hefner exige, par contre, une attention particulière; on trouve, en effet, couramment dans le commerce ce combustible mélangé d'autres substances qui le rendent impropre à des mesures photométriques. Il est, en conséquence, indispensable de se procurer cette matière dans une maison offrant toute sécurité et de spécifier, en la commandant, qu'elle est destinée à des mesures photométriques.

Pour en faciliter l'acquisition, l'Association allemande des ingénieurs gaziers et hydrauliciens a pris soin d'en avoir toujours en approvisionnement une certaine quantité de qualité éprouvée qu'elle livre, en flacons plombés de 1 litre, par l'entremise de son représentant, le Dr Bunte, de Carlsruhe.

Si l'on ne veut pas profiter de cette facilité pour avoir de l'acétate d'amyle contrôlé, on doit commencer par essayer, au point de vue de son application, le combustible acheté ailleurs. On se conformera à cet effet aux indications suivantes, fournies en grande partie par le Dr Bannow. L'acétate d'amyle peut être appliqué aux mesures d'intensité lumineuse quand il remplit les conditions suivantes :

1° Sa densité à 15° C doit être de 0,872 à 0,876;

2° Sa distillation (dans une cornue de verre) doit, entre 137° et 143° C, libérer au moins 0,9 de la quantité d'acétate d'amyle mise en œuvre;

3° L'acétate d'amyle ne doit pas colorer en rouge intense le papier bleu de tournesol;

4° Si l'on ajoute à l'acétate d'amyle un égal volume de benzine ou de sulfure de carbone, les deux substances doivent se mélanger sans précipité;

5° En agitant dans un tube gradué 1 cm^3 d'acétate d'amyle avec 10 cm^3 d'alcool à 90° et 10 cm^3 d'eau, on doit obtenir une solution limpide;

6° Une goutte d'acétate d'amyle tombant sur une feuille de papier blanc à filtre doit s'évaporer sans laisser de tache grasse.

Il est préférable de conserver dans l'obscurité l'acétate d'amyle en flacon bien bouché.

MANIEMENT DE LA LAMPE

Avant emploi. — Après avoir rempli la lampe d'acétate d'amyle et y avoir introduit la mèche, on attend que celle-ci soit bien imprégnée de liquide. On s'assure que la mèche obéit bien au rouage dans les deux sens, sans déplacement de son conduit. On fait ensuite monter la mèche un peu au-dessus de ce conduit et, à l'aide de ciseaux bien aiguisés, on en coupe aussi ras que possible la partie dépassant le bord. Puis, au moyen de l'index annexé on vérifie la position exacte du bord supérieur du conduit ainsi que de la jauge de flamme, qui doivent remplir les conditions suivantes :

Quand on a fait glisser l'index sur le conduit de mèche, de telle sorte qu'il repose bien à fond sur le chapeau qui porte les rouages, et qu'on voit alors le jour à travers la fente située vers le milieu de la hauteur, en opposition sur un fond relativement clair (le ciel ou une feuille de papier blanc éclairée), on doit apercevoir entre le bord

supérieur du conduit de mèche et celui de l'entaille de l'index un mince filet de lumière de moins de 0,1 mm d'épaisseur. La fente de l'index doit, quand on se sert de la mire, se trouver dans le plan de la surface inférieure de la petite plaque d'acier; avec la jauge optique de flamme, le bord de l'index doit exactement affleurer le bord supérieur du trait de cette jauge.

Les trous percés au voisinage du conduit de cette mèche ne doivent pas être bouchés.

Les observations ne doivent pas être prises moins de dix minutes, au plus tôt, après l'allumage. La température du milieu doit être de 15° à 20° C.

En service. — Pendant les mesures la lampe doit être placée sur une tablette horizontale sans trépidations et dans un endroit où un air pur circule librement. Dans un air vicié, notamment par l'acide carbonique (provenant soit de flammes nues, soit de la respiration d'un certain nombre de personnes), l'intensité lumineuse de la lampe Hefner est notablement amoindrie. La pièce destinée aux mesures photométriques doit, en conséquence, être soigneusement aérée avant chaque mesure. Dans les espaces restreints, tels que les appareils photométriques à enveloppe fermée, cette lampe ne saurait être employée. Les courants d'air sont très nuisibles à la tranquillité de la flamme et rendent impossible le réglage exact de sa hauteur.

L'étalon Hefner correspond à l'intensité lumineuse de la lampe Hefner dans la direction horizontale avec une hauteur de flamme de 40 mm au-dessus du bord supérieur du conduit de mèche. Cette hauteur de flamme s'établit à l'aide de la jauge annexée à la lampe, et, avec la mire Hefner, suivant les indications suivantes données par M. von Hefner-Alteneck.

Le noyau lumineux de la lampe doit, quand on regarde vers la mire à travers la flamme, apparaître brillant au-dessus de la mire; l'extrémité peu éclairante de la pointe de la flamme correspond alors sensiblement à l'épaisseur de la mire; et même avec une bonne vue, on perçoit une lueur lumineuse de 0,5 mm à peu près au-dessus de cette dernière. Le bord de cette mire éclairé par la flamme doit toujours être entretenu brillant.

Avec la jauge de Krüss, l'écran dépoli absorbe la frange extérieure de la flamme; il faut, en conséquence, régler, dans ce cas, la hauteur de flamme de telle sorte que la pointe la plus extérieure de l'image de la flamme affleure le trait fait sur l'écran. L'observateur doit alors regarder le plus normalement possible l'écran dépoli.

L'établissement de la hauteur normale de la flamme exige le plus grand soin : une erreur de 1 mm à cet égard donne lieu à un écart de 3 pour 100 environ dans l'intensité lumineuse.

On veillera donc à ce que les parties de la lampe éclairées par la flamme (à l'exception du conduit de mèche) et notamment la jauge de flamme soient bien au mat noir. S'il n'en est pas tout à fait ainsi, on fera bien d'interposer entre la flamme et l'écran photométrique, dans le voisinage de la lampe, un écran noir muni d'une fente, de manière à supprimer les reflets. Il faudra prendre garde cependant de ne pas aveugler en même temps des parties de la flamme.

Après emploi. — Pendant la combustion il se forme au bord du conduit de la mèche un résidu brun visqueux. On aura soin de l'essuyer le plus souvent possible, et en tout cas chaque fois qu'on se sera servi de la lampe et pendant qu'elle sera encore chaude. Si la lampe doit rester longtemps sans emploi, on en retirera l'acétate d'amyle ainsi que la mèche et l'on nettoiera la lampe à fond. Il est nécessaire, à cet effet, d'enlever le conduit de mèche, ce qui se fait aisément à l'aide de la partie supérieure de l'index. E. B.

TRAMWAY ÉLECTRIQUE A LIGNE SOUTERRAINE

SYSTÈME DIATTO

La prohibition du trolley par un grand nombre de municipalités rend nécessaire la solution de la traction électrique à ligne souterraine, et depuis quelques années les recherches sont dirigées de ce côté.

Plusieurs systèmes sont déjà connus qui réalisent la suppression du trolley, mais les uns et les autres ont cet inconvénient d'élever considérablement, toutes autres conditions égales, le prix de premier établissement du kilomètre de voie; en outre, ils présentent, en général, des complications de mécanisme qui tendent à augmenter le nombre des accidents et à en rendre plus difficile la réparation.

Certains d'entre eux ont pour principe la mise en circuit successive des différents tronçons de la voie, au fur et à mesure de l'avancement de la voiture, et il semble que ce soit de ce côté que la solution doive être cherchée. Reste le mode de fermeture du circuit sur le rail et de là sur la réceptrice du car, et c'est par là que ces différents systèmes diffèrent entre eux.

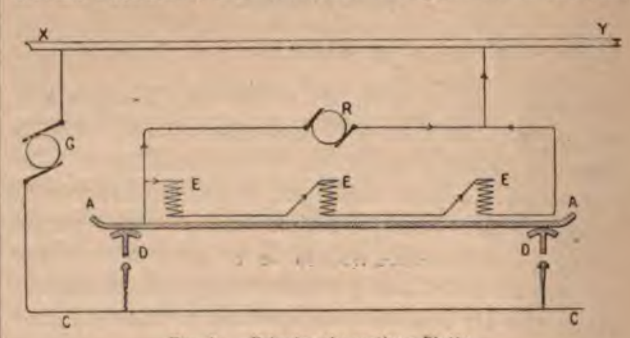


Fig. 1. — Principe du système Diatto.

Le système Diatto appartient à une variante de cette catégorie; il ferme le circuit de la réceptrice, non plus par les rails, mais par des *distributeurs*, organes indépendants les uns des autres, répartis entre les rails suivant

l'axe de la voie et à des intervalles inférieurs à la longueur d'un car.

Voici le principe du fonctionnement : sous chaque voiture se trouve un aimant AA qui glisse à frottement doux sur la chaussée : quand il passe au-dessus d'un distributeur D, le circuit se ferme par le distributeur D, l'aimant AA, la réceptrice R et le rail de retour XY (fig. 1).

L'aimant AA ayant une longueur supérieure à la distance de deux distributeurs, la voiture *en marche* n'est jamais hors circuit.

Ceci posé, examinons la disposition de ces différents organes.

Le châssis de la voiture repose sur le truck par des ressorts portant sur des blocs de caoutchouc placés immé-

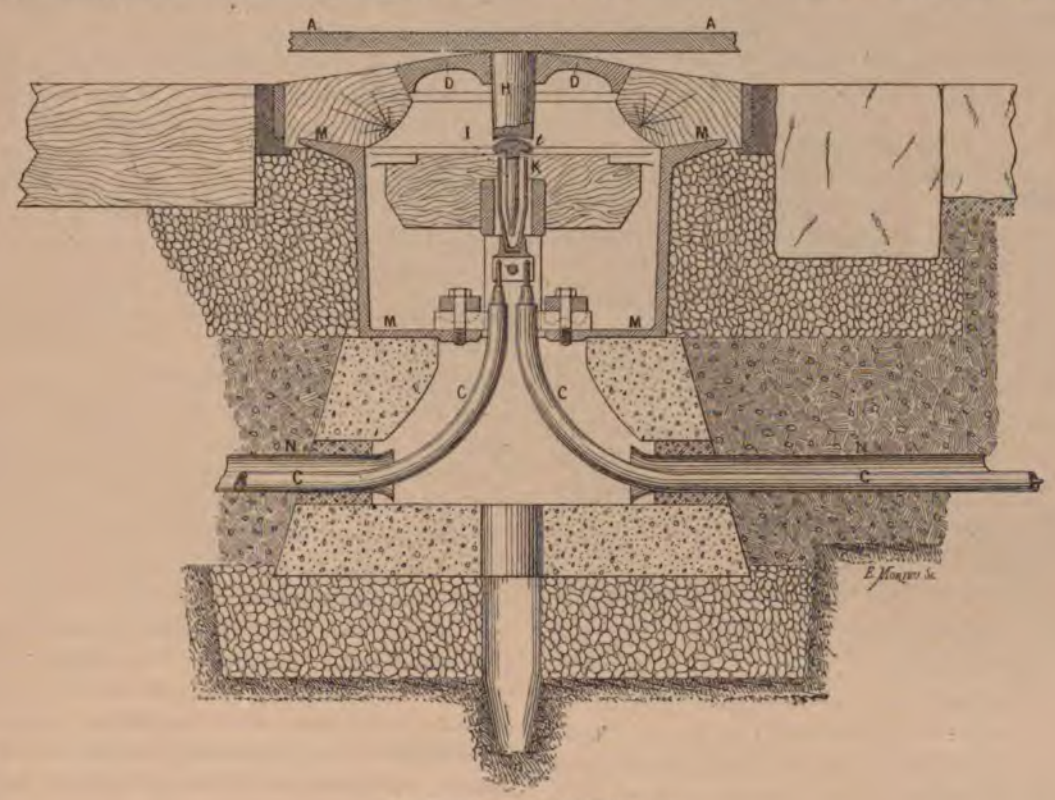


Fig. 2. — Coupe d'un distributeur.

diatement au-dessus des boites à graisse. Cette construction serait adoptée pour supprimer le mouvement de galop de la voiture.

En dessous du truck et dans le sens de la voie se trouve l'aimant AA formé d'une barre de fer suspendue à des chaines et à des ressorts; la longueur de AA est un peu supérieure à la distance de deux distributeurs.

L'aimantation de AA est obtenue par une dérivation du courant de la réceptrice (fig. 1) qui excite des électros E, E, en série.

La barre AA et son appareillage pèsent 200 kg; son aimantation dépense 250 watts.

Le distributeur est une cuve MMMM noyée dans la chaussée, entre les rails, et dont la face supérieure est fermée partie par une masse de fonte D prolongée en dessous par une pièce H, et partie par une garniture latérale, isolante.

A l'intérieur et reposant sur la base de la cuve se trouve un godet K à moitié rempli de mercure sur lequel flotte une sorte de gros clou I dont la longueur est telle qu'il puisse venir en contact avec H sans quitter le mercure.

Ce godet est en série sur le conducteur principal CC du courant de la génératrice G, conducteur placé dans le sol, et protégé par une enveloppe de fonte NN (fig. 2 et 3).

Tous les distributeurs sont montés de la même manière.

La face supérieure DD de la cuve est en légère saillie sur la chaussée, et c'est là que frottera la barre AA pour recueillir le courant.

Quand, en effet, la voiture passe au-dessus d'un distributeur, l'aimantation de AA induit DD et H, et le clou I vient au contact de H; il s'établit alors une dérivation entre CC et le rail de retour qui prend naissance au mercure du godet et passe par I, H, DD, AA, la réceptrice et le rail de retour.

Cette dérivation passe tant que le car est au-dessus du distributeur considéré; mais, quand il le quitte, AA est en contact avec le distributeur suivant, où le même phénomène de mise en circuit se reproduit. Quand AA cesse d'être en contact avec un distributeur, DD et H perdent leur aimantation et le clou I retombe.

La tête *t* du clou est recouverte d'une couche d'un métal diamagnétique.

La mise en marche d'une voiture arrêtée par accident

s'effectue soit en munissant la voiture d'un aimant permanent, auxiliaire que l'on amène au contact d'un des distributeurs, soit en réunissant par une pièce de fer les barres AA de deux voitures dont l'une est en état de fonctionner.

Depuis le mois d'octobre 1895 une voiture de 6 m de

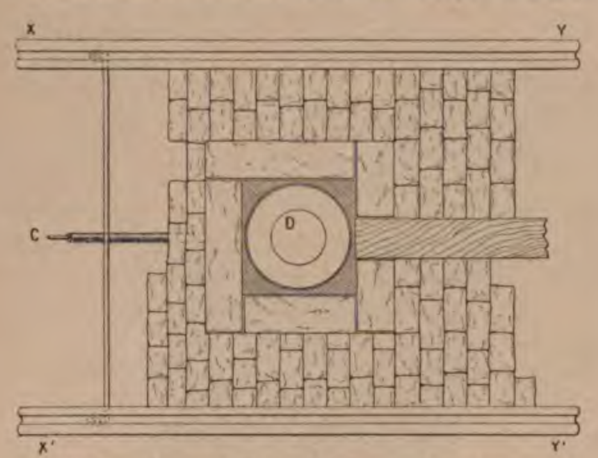


Fig. 3. — Vue en plan de la voie montrant la disposition d'un distributeur.

longueur circule sur une voie d'essai de 200 m, à Turin, et le fonctionnement du mécanisme n'aurait procuré aucun mécompte.

M. Diatto, dont le système va probablement recevoir une application en France, estime à un prix de 17 000 à 24 000 fr l'établissement d'un kilomètre de voie simple.

Fr. Miron.

LE CONGRÈS INTERNATIONAL DES ÉLECTRICIENS DE GENÈVE

(Suite et fin[1].)

TRANSPORT ET DISTRIBUTION D'ÉNERGIE A GRANDE DISTANCE

M. Ferraris, en ouvrant la séance, relève le caractère pratique et industriel du sujet qui va être traité, caractère qui est le trait distinctif de la science électrique en Suisse. Il espère que des discussions qui vont suivre ressortiront pour chacun des indications utiles, et que les faits qui seront relatés montreront une fois de plus la merveilleuse souplesse de l'agent que nous manions.

COMMUNICATION DE M. BLONDEL SUR LES COURANTS WATTÉS ET DÉWATTÉS

M. Blondel, se trouvant empêché, par la maladie, de se rendre au Congrès, a prié M. Rey, ingénieur à Paris, de présenter son travail, qui a été distribué imprimé aux membres du Congrès.

M. Rey se fait le porte-parole de M. Blondel. Il fait remarquer que le courant alternatif a une part de plus en plus grande dans les distributions de force motrice; mais précisément, à cause de cette importance même, il est bon d'attirer l'attention sur certains inconvénients, assez sérieux, qu'il présente.

Le courant déwatté est par définition en quadrature avec le courant watté. Le mot « déwatté » est nouveau, il n'a pas de sens propre; mais la pratique l'a fait adopter à cause de sa concision. Le courant déwatté est, par exemple, celui qui produit la force contre-électromotrice d'un électro. On sait que ce courant est à 90 degrés du courant principal, et qu'il est dû à l'induction du circuit sur lui-même. Il est la cause du décalage de l'intensité, qui se trouve représentée à chaque instant par l'hypoténuse d'un triangle rectangle dont le courant principal et le courant déwatté forment les côtés.

Le premier inconvénient de ce courant parasite dans les lignes aériennes, à faible capacité par conséquent, est d'augmenter la chute de potentiel d'une quantité qui peut être très notable. C'est même cet effet qui a attiré l'attention des praticiens sur l'importance du courant déwatté. Pour compenser cet effet, il faut plus de cuivre dans ces lignes qu'il n'en faudrait pour le courant continu.

Le second inconvénient provient de l'augmentation des pertes de tension en charge dans les génératrices. Le courant déwatté étant en phase avec le flux inducteur, le diminue directement. Pour compenser cet effet, il faut augmenter le flux inducteur, c'est-à-dire, en dernière analyse, les dimensions des machines et, par conséquent, leur coût.

L'effet est le même dans les transformateurs, mais avec moins d'importance, les circuits magnétiques étant fermés.

Le déwattage pourrait rendre difficile une distribution alternative avec courants monophasés. On ne peut parler de distribution en série avec courants polyphasés, puisque l'avantage même de la série disparaîtrait. Une série alternative monophasée présenterait cette particularité que le courant déwatté pourrait devenir plus important que le courant watté.

Remèdes. — Un des seuls appareils dépourvus de déwattage est le moteur asynchrone à courant excitateur exagéré. La difficulté pratique est d'intercaler un nombre suffisant de ces moteurs pour conduire à installer un moteur synchrone tournant à vide. Ce n'est pas très économique. Il vaudrait mieux construire des moteurs asynchrones ne produisant pas de déwattage. M. Blondel, dans son rapport, esquissa les moyens d'obtenir ce résultat. Ces moyens compliquent malheureusement les moteurs.

Pour combattre la perte de tension en charge dans les alternateurs, on pourrait aussi compounder les génératrices, ce qui est assez compliqué.

Les commutatrices étant analogues aux moteurs asyn-

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 25 août 1896, n° 112, p. 365 et n° 113, p. 393.

chrones, on peut aussi, en les surexcitant, combattre le déwattage.

La communication de M. Rey est vivement applaudie.

M. Turrettini s'associe aux remerciements du président à MM. Blondel et Rey. Il attire l'attention sur le fait qu'à Chèvres on a pu observer une confirmation pratique des faits énoncés par M. Blondel. Depuis l'installation des commutatrices qui fournissent de courant continu les tramways de Genève et l'éclairage électrique de l'ancien réseau, il a été observé une diminution de la surélévation du voltage aux génératrices.

M. Mascart fait observer que les mots « wattés » et « déwattés » sont des mots nouveaux pour désigner le courant *en phase* et le courant *en quadrature*. Comme c'est une complication d'employer des mots nouveaux pour des choses anciennes, il serait désirable de ne pas consacrer ces mots nouveaux.

M. Palaz croit que les mots « wattés » et « déwattés », quoique inexacts au point de vue de la formation grammaticale, constituent une heureuse innovation comme dénomination pratique de la cause du décalage du courant. M. Dolivo a, le premier, employé ces expressions en allemand, et M. Blondel, en traduisant les termes allemands, a trouvé des mots qui nous manquaient.

M. Mascart préfère le terme ancien « en quadrature », qui signifie à 90 degrés et explique très bien ce qu'on veut dire.

M. Hillairet pense qu'on peut se faire comprendre suffisamment en disant : calé et décalé.

M. Hospitalier comprend fort bien les critiques faites des mots nouveaux, et en attendant qu'on en trouve de meilleurs, il se résignera à les employer [1].

M. Mascart propose les mots : courant *en phase* et courant en *quadrature*, le courant décalé étant l'hypoténuse de ces courants.

M. Rey tient à dire que M. Blondel trouve lui-même impropre le mot de « déwatté » et ne l'a employé que pour traduire l'expression allemande.

M. Ferraris déplore l'habitude des électriciens d'introduire toujours des terminologies nouvelles qui déroutent complètement les vieux électriciens. Il espère que le Congrès ne consacrera pas les mots « watté » et « déwatté », car le mot « déwatté », traduit en italien, voudrait dire qu'il s'agit d'un courant qui a eu des watts et qui les a perdus. Il préfère « courant en phase » et « courant en quadrature ».

[1] On pourrait les appeler également courant *actif* et courant *inactif*, ou bien encore courant *utile* et courant *parasite*, car il est déplorable de faire figurer le nom d'une unité, qui peut changer, dans la désignation d'un facteur physique complètement indépendant, par nature, de l'unité choisie. É. H.

La parole est à M. Thury pour son travail sur le transport de l'énergie par courant continu ; il défend énergiquement l'emploi des distributions à intensité constante, avec génératrices et réceptrices en série, système dont il a fait, depuis quelques années, un grand nombre d'applications, principalement en Suisse et en Italie.

M. le Président remercie M. Thury, et fait ressortir le rôle que cet électricien a joué dans les applications du courant continu et dans les progrès réalisés dans cette voie, où il est resté quelque peu isolé, par suite de la vogue du courant alternatif.

M. Tissot, ingénieur de la Compagnie de l'Industrie électrique, relève encore quelques avantages du courant continu en série. Il résume ainsi ces avantages :

Vitesse variable des turbines ; simplicité des tableaux de distribution ; suppression des excitatrices ; possibilité d'employer du personnel sans instruction technique. Le rendement des dynamos-série a aussi des raisons d'être plus constant à travail variable, et les moteurs à courant continu sont les seuls qui permettent un travail à effort constant et vitesse variable, par exemple, lors de l'actionnement des pompes.

M. Tissot recommande en passant la méthode de M. Guye, secrétaire du Congrès, pour le calcul de l'impédance des lignes.

M. Mengarini, docteur, professeur à Rome. M. Thury a relevé le fait que la découverte des moteurs à champ tournant a certainement contribué à l'abandon du courant continu ; mais le succès de ces moteurs a trouvé une autre raison que le simple fait de leur naissance. Les industriels ont apprécié leur caractère de simplicité et spécialement l'absence des collecteurs. L'impédance des lignes est certainement un inconvénient ; mais ce fait, inconnu de la plupart des industriels, est facilement combattu, à Bremgarten, par exemple, par l'emploi d'un moteur synchrone tournant à vide. La dépense de ce moteur n'est pas à comparer avec les services rendus. L'emploi des condensateurs a donné aussi de très bons résultats dans ces essais ; le condensateur, soumis à une différence de potentiel constante, prend une charge variable avec la charge de la ligne.

Le principal avantage du courant alternatif sera toujours de pouvoir être transformé, et cet avantage mettra longtemps de côté, pour une foule d'applications, le courant continu.

L'orateur conclut que l'alternatif et le continu ont chacun leur rôle, et verrait plutôt le rôle du courant continu dans les distributions à petites distances. Il pense que M. Thury, s'il avait à refaire l'installation de Gênes, hésiterait certainement à employer de nouveau le courant continu.

M. Thury répond que s'il avait à refaire cette installation, il adopterait certainement le courant continu, par suite du rendement élevé que déjà seul le fait de la

suppression des transformateurs occasionne, et à cause de la suppression des effets de l'impédance de la ligne.

Il a fait du reste des essais de distance explosive du courant, à voltage égal, et trouvé que l'alternatif éclate à des distances moindres que le continu. Le continu est donc plus facile à isoler.

M. Hillairet, ingénieur à Paris. En face d'un cas concret, il ne peut guère y avoir d'hésitation entre le continu et l'alternatif. Le fait de la transformation inerte est l'argument qui résout presque toujours la question. Quand cette transformation n'est pas utile, l'avantage reste en général au continu. Chaque système a donc son champ à exploiter.

Il ne faut pas oublier non plus le fait qu'un moteur alternatif absorbe, à conditions égales, un courant beaucoup plus intense pour son démarrage que le moteur à courant continu; et ce fait est commun aux moteurs mono et polyphasés. M. Hillairet voit une facilité très grande de l'entretien des moteurs continus, et son expérience à ce sujet concorde sur ce point avec M. Thury. Il voit d'autant moins un obstacle à l'emploi du continu par le fait des collecteurs que ceux-ci n'exigent plus de soins aujourd'hui et que les moteurs à champ tournant ont besoin, eux aussi, de balais ou frotteurs sur bague.

M. Kolben, ingénieur à Oerlikon. Les difficultés d'emploi qu'on oppose au courant alternatif concernent le courant déwatté, la chute de tension des génératrices et le démarrage des moteurs. En ce qui concerne le courant déwatté, il n'y a plus de difficulté aujourd'hui à le combattre. On peut arriver avec des moteurs plus petits que 0,5 cheval à $\cos \varphi = 0,8$ et pour les moteurs plus grands à $\cos \varphi = 0,92$. Il faut pour cela de très petits entrefers, ce qu'on peut réaliser avec des arbres solides et des paliers soignés. On peut diminuer $\cos \varphi$ même à faible charge. Ce sont là des détails de construction que la pratique perfectionnera toujours.

En ce qui concerne la chute de tension des alternateurs, les chiffres indiqués par M. Blondel montrent les progrès réalisés. Avec les alternateurs modernes, on a pour $\cos \varphi = 1$ une chute de 4 à 5 pour 100 qui descend à 15 pour 100 seulement avec $\cos \varphi = 0,80$.

Dans de grandes installations qui comportent beaucoup de petits moteurs asynchrones, on pourra intercaler un *recaleur* (moteur synchrone surexcité); mais en général cette complication est inutile.

M. Thury a parlé d'un rendement plus élevé obtenu avec le courant continu. Cette différence, que M. Kolben estime n'être guère que de 1 à 3 pour 100, n'a en général pas d'importance.

Quant au démarrage des moteurs à champ tournant, il est à remarquer que si ce démarrage prend du courant, il ne consomme, en revanche, que peu d'énergie. On peut démarrer à pleine charge sans difficulté, ce qu'on peut voir à l'exposition, où les ponts-roulants à moteurs à champ tournant sont nombreux; et l'on peut même obtenir au démarrage un couple de 5 à 6 fois plus élevé que le couple normal, ce que ne peut guère faire un moteur à courant continu.

M. Thury répond à M. Kolben. Ce n'est pas 1 à 2 pour 100 de plus de rendement que l'emploi du courant continu permet d'obtenir dans les grands transports d'énergie, mais jusqu'à 10 pour 100, ce qui n'est nullement négligeable. Les moteurs à courant continu donnent facilement un couple moteur très intense au démarrage, ce que montre surabondamment leur emploi dans la traction des véhicules.

Après quelques observations faites en allemand par M. Hoor, *privat docent* à Budapest, venant à l'appui de celles présentées par M. Kolben, la discussion se termine sans conclusion ferme, la question n'en comportant pas.

Ici se termine le résumé des questions traitées devant le Congrès des Électriciens de Genève. Si toutes les questions n'ont pas abouti, le temps consacré à leur discussion n'aura pas été perdu, car ces discussions auront, du moins, préparé l'œuvre des Congrès futurs.

Félicitons encore une fois l'*Association suisse des Électriciens* de son heureuse initiative, remercions-la de sa cordiale hospitalité, et tout particulièrement M. Turrettini, président d'honneur du Congrès, M. le professeur Adrien Palaz, son infatigable et dévoué président effectif, et M. le professeur Albert Rilliet, président de la Commission d'organisation.

LES ASCENSEURS ÉLECTRIQUES

EN ALLEMAGNE

Dans notre précédent article (voy. n° 112 du 25 août 1896 de l'*Industrie électrique*, p. 371), nous avons examiné quelques-uns des appareils de sûreté pour ascenseurs électriques employés par la maison Siemens et Halske, de Berlin. Nous avons ainsi étudié quelques dispositifs usités pour assurer le fonctionnement pratique des ascenseurs; nous désirons encore revenir aujourd'hui sur d'autres dispositions qui ont déjà reçu diverses applications.

Les cabestans peuvent être employés pour la commande des ascenseurs avec des moteurs électriques tournant toujours dans la même direction. La mise en marche est obtenue par certains changements de courroie et d'embrayage. La figure 1 nous montre un exemple des dispositions adoptées avec courroies; l'ascenseur représenté fonctionne à la gare de Dresde, dont nous avons décrit précédemment l'installation (voy. n° 89 de ce journal du 10 septembre 1895, p. 382). Un moteur à courants triphasés actionne une transmission principale qui transmet

à l'aide de courroies le mouvement à un cabestan placé à droite dans un soubassement. Dans ce cabestan, construit par la fabrique de machines de Nordhäuser et les fonderies Schmidt, Kranz et C°, avant le tambour à cordes, se trouve une transmission portant une poulie fixée sur l'arbre et deux poulies tournant à vide. Ces deux poulies sont réunies à la transmission principale par une courroie ordinaire et par une courroie croisée. La corde de commande, que l'on peut manœuvrer à chaque étage dans l'ascenseur, déplace le guide-courroie et fait passer sur la poulie centrale l'une ou l'autre des courroies. Le tambour de la corde de support de l'ascenseur est mis en mouvement, et il en résulte un mouvement ascendant ou descendant. Au repos, quand les deux courroies sont

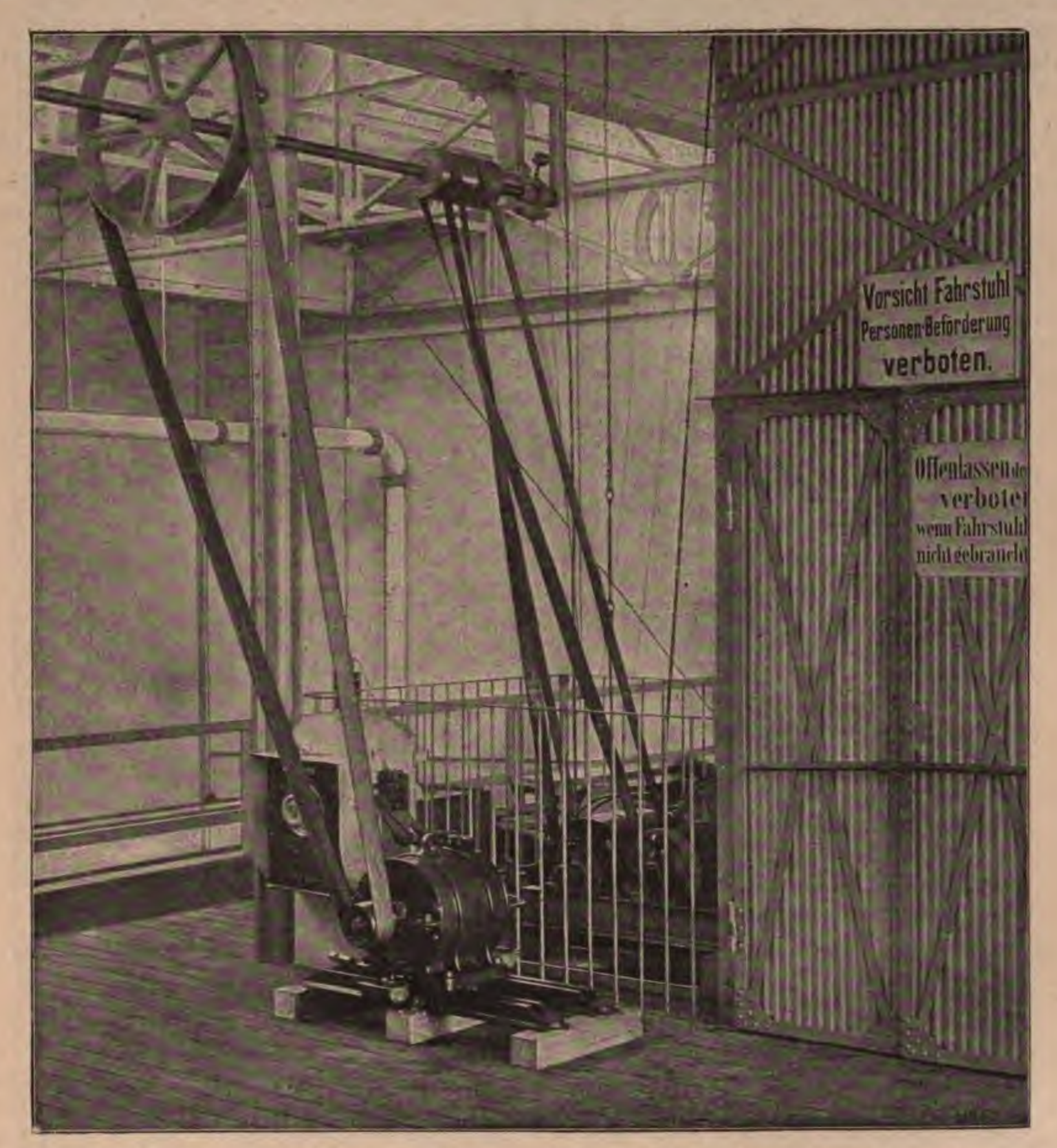


Fig. 1. — Dispositifs pour la commande d'un ascenseur électrique à l'aide de transmissions par courroies.

passées sur les poulies folles, le frein est serré. Le moteur est monté sur glissières pour pouvoir tendre à volonté la courroie principale.

Dans d'autres installations, le cabestan se trouve placé souvent à la partie supérieure d'un étage et actionné par transmission avec changement de courroie. Dans ces cas-là le moteur installé sur le sol, s'il n'est pas trop lourd, au lieu d'être monté sur des glissières, peut être monté sur une sorte de petite bascule que l'on peut lever ou abaisser à volonté. Il en résulte que la courroie se trouve toujours tendue sous le poids du moteur. Dans une installation de ce genre, avant le travail, le moteur est d'abord mis en marche à vide, puis il reste en mouvement pendant la charge et la décharge. S'il survient un repos trop long, il est naturellement arrêté. Cette disposition convient particulièrement aux installations qui ont des ascenseurs ou monte-charges qui doivent travailler tout à coup d'une façon ininterrompue et qui subissent ensuite un long

repos. C'est le cas quand il s'agit de décharger dans des greniers des marchandises provenant de navires ou de wagons. Cette disposition a l'avantage sur les précédentes d'être très économique. Elle a pu être actionnée par un moteur à gaz ou autre, et elle peut, sans grand changement, être mise en mouvement par un moteur électrique.

D'autres dispositifs peuvent encore être employés lorsqu'il s'agit d'ascenseurs qui peuvent être arrêtés et remis en marche à chaque instant par diverses personnes. Les cabestans utilisés sont tous alors commandés directement à vis tangente par le moteur électrique. S'il y a de la place, le moteur est placé sur le même socle que le cabestan. Si cela est impossible, des dispositions sont prises pour rendre la commande mobile et éviter des frottements anormaux. L'accouplement entre le moteur et le cabestan sert de disque pour le frein. Celui-ci est déplacé par une roue qui porte une corde que l'on peut manœuvrer de tous les étages seulement, lorsque le levier du frein se trouve à la situation de repos. La roue de commande actionne en même temps un interrupteur électrique. Au repos, le courant est interrompu, un mouvement de la corde en haut ou en bas envoie le courant dans le moteur dans un sens ou dans un autre et l'ascenseur monte ou descend à volonté.

Dans ce dernier cas, des précautions doivent être prises pour qu'indépendamment de la volonté du gardien l'intensité ne puisse prendre rapidement une valeur trop

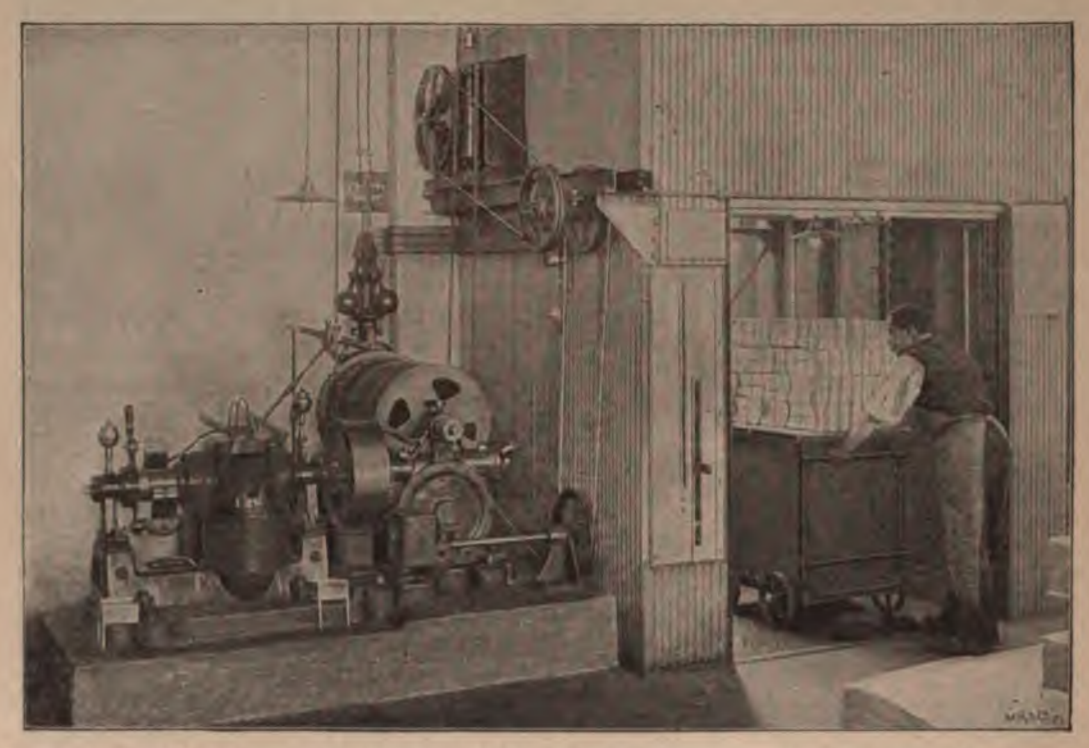


Fig. 2. — Commande d'un ascenseur à l'aide d'un tambour à corde actionné par un moteur électrique et avec divers accessoires pour le fonctionnement.

élevée et que le circuit ne puisse pas non plus être rompu aussitôt. La Société Siemens et Halske a l'habitude de placer en circuit un interrupteur magnétique, qui empêche le contact de se former complètement jusqu'à ce que l'intensité ait atteint la valeur normale.

La figure 2 donne la vue d'ensemble d'une disposition de ce genre. On voit le moteur qui actionne le tambour à cordes par une vis tangente et à l'aide d'engrenages. Le frein qui vient agir sur l'accouplement est serré par un poids se déplaçant sur un levier. Ce mouvement est obtenu par un disque spécial mis en marche par la corde de commande. On peut apercevoir l'appareil de mise en marche contre le mur à droite et en haut, avec la corde tendue. La Société Siemens et Halske a fait aux ateliers de reliure de M. G. Fritsche, à Leipzig, une installation d'éclairage et de transmission de force motrice qui comporte un ascenseur de ce genre; la partie mécanique a été construite par la Compagnie Unruh et Liebig. Une deuxième installation semblable a été faite à la Société Schelter et Giesecke, de Leipzig.

Parmi les autres installations d'ascenseur faites par la Société Siemens et Halske, nous mentionnerons l'ascenseur qui fut établi en 1890 à Salzburg, sur la montagne Mönchs. Cet ascenseur a fonctionné continuellement depuis cette époque, sans aucune interruption. Il monte à une hauteur de 60 m et à la vitesse de 0,5 m par seconde. Il est formé de 2 cabines renfermant chacune 6 personnes, réunis par 6 câbles d'acier passant au-dessus de poulies fixées au sommet; une des cabines descend tandis que l'autre monte. La figure 3 donne une vue

extérieure de l'installation. Le mouvement est fourni par un moteur électrique à courant continu de 15 chevaux.



Fig. 3. — Vue de l'ascenseur pour monter au Mönchsberg à Salzbourg.

Les quelques renseignements que nous venons de publier dans le présent numéro et dans le numéro précé-

dent de ce journal nous ont semblé de nature à attirer l'attention de nos lecteurs sur une application aussi importante. Nous demanderons maintenant à nos constructeurs français de ne pas rester en arrière et de nous faire connaître les installations intéressantes qu'ils ont déjà réalisées et qu'ils réalisent encore tous les jours.

J. Laffargue.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 7 septembre 1896.

Décharge des corps électrisés par les rayons X. — Note de M. Émile Villari, présentée par M. Mascart. — Je rappellerai d'abord un phénomène que j'ai déjà décrit.

Lorsque les rayons X frappent un conducteur électrisé, un disque métallique uni à un électroscope, par exemple, le conducteur se décharge avec une certaine rapidité, et à peu près uniformément, du commencement à la fin. Si, au contraire, le conducteur est recouvert étroitement d'un cohibant tel que la paraffine, la décharge provoquée se ralentit dès le début, et s'arrête en peu de temps. En répétant les expériences, après les charges successives, on observe que les décharges initiales deviennent de plus en plus faibles, jusqu'à s'annuler. De telle façon que, d'après la manière dont se fait la dispersion électrique d'un conducteur pour les rayons X, nous pouvons reconnaître si la décharge est faite par un conducteur nu ou par un conducteur recouvert d'un cohibant.

Voici maintenant quelques nouvelles expériences :

Je plaçai l'ampoule de Crookes dans une caisse de plomb, et cette dernière, avec la bobine, dans une caisse de zinc fermée et en communication avec le sol. Les deux caisses avaient, chacune, en regard du fond anticathodique de l'ampoule, un trou de 9 cm; le trou extérieur était fermé par une mince feuille d'aluminium (0,5 mm). Devant ce trou, parallèlement à la paroi de la caisse, je plaçai une large lame de zinc ($40 \times 40 \times 0,42$ cm) avec un trou de 4 cm au centre, pourvu d'un tube de fer-blanc 4×6 cm, pour limiter l'extension et la divergence des rayons. Je plaçai ensuite, à environ 50 cm de l'ampoule, un disque de plomb ($9 \times 0,44$ cm) fixé, au moyen d'une vis, sur un électroscope à feuilles d'or, que j'observais avec une lunette à distance. Sur une des faces du disque, j'avais fixé à chaud une lame de paraffine ($11 \times 11 \times 1,5$ cm) et j'exposai le disque aux radiations, tantôt du côté découvert, tantôt du côté paraffiné.

Dans une série d'expériences, par exemple, les rayons frappant le côté paraffiné du disque, la durée de décharge de 1 degré augmenta petit à petit, de 20 secondes à 80 secondes, sans pourtant s'arrêter. Ce qui démontre que, lorsque le côté paraffiné est frappé, la décharge a lieu de ce côté et du côté découvert et à l'ombre, à cause des rayons qui, repliés sur le bord du disque, le frappent et l'activent.

Ensuite, je tournai à la radiation le côté nu du disque, de manière que le côté paraffiné se trouvât à l'ombre. La décharge fut alors uniforme et l'électroscope perdit constamment 1 degré en 10 secondes environ.

On doit donc admettre que la décharge a eu lieu seulement du côté découvert. Les rayons qui se repliaient dans le premier cas doivent aussi se replier dans le second : la paraffine étant très transparente, les rayons devraient frapper le métal sous-jacent et en activer la décharge, avec les modalités relatives à un conducteur couvert d'un cohibant, ce qui ne se vérifie point.

Ces faits me firent revenir à l'hypothèse, déjà mentionnée dans une autre de mes Notes, que le phénomène de la décharge est provoqué, non pas directement par les rayons X, mais par l'air activé par leur passage. Cet air, activé par les rayons qui passent latéralement au disque, se répand rapidement dans l'ombre du disque, et, en frappant sur le côté métallique, en provoque la décharge. Mais si le côté qui est à l'ombre est couvert de paraffine, l'air actif ne peut y parvenir, et ce côté ne participe pas à la diffusion électrique; la diffusion pourrait ensuite avoir lieu par convection ou transport dû aux particules de l'air, ainsi que je l'ai déjà dit, et comme M. Righi l'a supposé avant moi; ou bien, ainsi que je l'ai fait observer moi-même, par une espèce de danse électrique, rendue plus vive par l'action des rayons X. Pour appuyer cette manière de voir, je fis diverses expériences, dont je ne citerai que les suivantes :

L'ampoule étant disposée dans les caisses de garde, comme ci-dessus, je plaçai, devant leurs trous, un disque de plomb de $9 \times 0,44$ cm soutenu par un long tube de plomb, qui passait par son centre et se prolongeait de 6 cm au delà du disque. A 4 cm ou 5 cm du bout de ce tube, je plaçai l'électroscope chargé; en y soufflant un courant d'air, j'observai qu'il ne se déchargeait point du tout. Je fis ensuite deux séries de mesures avec l'ampoule active : l'une avec et l'autre sans le courant d'air; comme moyenne de diverses expériences, j'obtins les chiffres suivants :

Sans le courant, l'électroscope perd	. . . .	5° en	$9^{s},4$
—	—	10° en	$25^{s},2$
Avec le courant,	—	5° en	$6^{s},1$
—	—	10° en	$14^{s},5$

Ces résultats montrent bien que, si l'on pousse le courant d'air du centre du disque à l'électroscope placé à l'ombre, ce dernier se décharge un peu plus rapidement que sans le courant. Il semble que le courant détermine une aspiration latérale, entraine plus d'air actif sur l'électroscope, et le décharge plus rapidement.

Dans une seconde expérience, je supprimai le tube de plomb, je fermai le trou du disque, et au moyen d'un très grand soufflet acoustique et d'une colonne de verre de 1 m de long et de 5 cm de diamètre, je poussai un fort courant d'air contre l'électroscope et contre le disque, placés de la même manière qu'auparavant. Une expérience d'épreuve me montra que le courant simple ne modifiait point la charge de l'électroscope. Je répétai donc les expériences de la même manière ; voici les résultats de deux d'entre elles :

Sans le courant, perte de.	5° en	$8^{s},0$
—	10° en	$14^{s},1$
—	15° en	$22^{s},0$
Avec le courant, perte de	5° en	$38^{s},8$
—	10° en	$66^{s},0$
—	15° en	$120^{s},0$ E immobile.

Le courant d'air neutre ou inactif étant poussé contre l'élec-

troscope de manière à en éloigner l'air actif ou déchargeur, non seulement il ralentit la décharge, mais, s'il est assez fort, il peut aussi l'empêcher complètement, ainsi que cela est arrivé dans la dernière observation.

On observe des phénomènes semblables en exposant directement le disque aux rayons X et au courant d'air; mais, dans ce cas, l'effet du courant est, naturellement, moins énergique, car on ne peut chasser tout l'air directement activé par les rayons X; et peut-être le courant lui-même est-il un peu activé par les rayons, et porte-t-il sur l'électroscope de l'air actif mêlé à de l'air inactif.

En admettant cette théorie, il est facile de comprendre que l'action de l'air actif, par sa facilité à se répandre, peut être sensible, même dans le centre d'ombres assez étendues, produites par des lames carrées ou par des disques opaques de 40 à 60 cm de côté ou de diamètre. On peut aussi, de cette manière, interpréter l'action des tubes opaques sur les rayons. Un tube de fer-blanc, placé à côté ou enveloppant la boule de l'électroscope, et avec son axe dans la direction des rayons X, en atténue beaucoup l'efficacité, car, tout en permettant aux rayons directs d'arriver à l'électroscope, il empêche l'air activé par les rayons latéraux d'y parvenir. Les rayons qui passent le long d'un tube opaque diminuent d'efficacité, parce que le tube empêche les rayons divergents de se propager et d'activer l'air environnant, peut-être aussi parce qu'ils sont en partie absorbés et imparfaitement réfléchis par les parois du tube même. Si l'on pousse contre l'électroscope l'air activé par les rayons X, il se décharge beaucoup plus rapidement, comme je l'ai démontré dans ma Note précédente.

Mais, outre que l'air déchargeur se répand dans l'ombre des corps opaques, j'ai montré par la photographie, dans une autre Note, que les rayons X subissent aussi un reploiement effectif ou une diffraction. Ainsi l'action des rayons serait double. En tombant sur les corps opaques, de la même manière que les rayons lumineux, ils se replient dans l'intérieur des ombres géométriques, à une petite distance du bord lumineux. En traversant l'air, ils activent en lui communiquant leur propriété de décharger, et cet air peut se transmettre à une certaine distance des rayons et dans toutes les directions, en pénétrant même au centre d'ombres fort étendues, soit par la diffusion de l'air activé, soit de toute autre manière.

Murani vient de démontrer, par la photographie, que les rayons X se réfléchissent sur une surface d'acier polie, selon les lois connues. Les verres photographiques sont directement influencés par les rayons X qui, dans les phénomènes de la réflexion et dans d'autres encore, paraissent suivre les lois de la lumière.

Au contraire, l'électroscope subit l'influence de l'air activé par les rayons et non celle des rayons eux-mêmes; et il semble que cet air, en se répandant, donne au phénomène les caractères de la diffusion, plutôt que ceux de la réflexion régulière, ainsi que j'ai pu m'en assurer par quelques-unes de mes expériences, quoiqu'elles ne soient pas encore absolument concluantes [1].

Sur l'émission des rayons X. — Note de M. Ch.-Éd. Guillaume, présentée par M. A. Cornu. — MM. Imbert et Bertin-Sans ont trouvé les premiers (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 605) que l'intensité des rayons X émis par une surface plane est sensiblement constante à l'intérieur d'un cône dont les génératrices forment un angle de 35° ou 40° avec la normale à la surface. De son côté, M. Gouya a montré (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1197) que les rayons émis par une lame de platine présentent une intensité presque constante jusqu'à une petite distance de l'émission rasante.

Cette loi d'émission me semble être une conséquence nécessaire de plusieurs faits connus.

Sans entrer dans le mécanisme intime de la production des rayons X, j'admettrai, avec la plupart des physiciens, que ces rayons sont dus aux vibrations atomiques provoquées par le contact des rayons cathodiques avec les particules matérielles. Ces derniers pénètrent à une faible profondeur dans l'anti-cathode, dont chaque point frappé devient un centre d'émission.

Supposons maintenant que l'intensité des rayons X soit proportionnelle à celle des rayons cathodiques qui les produisent. La quantité de rayons X émanant normalement d'une couche de matière limitée par une surface σ, découpée sur deux plans distants de z et de $z + dz$ de la surface de l'anti-cathode, sera donnée par l'expression

$$dI = A\sigma e^{-\alpha z}\,dz,$$

où α est le coefficient d'absorption de la matière de l'anti-cathode pour les rayons cathodiques, A un facteur de proportionnalité.

L'intensité des rayons normaux qui émergent à la surface de l'anti-cathode est exprimée par

$$dI' = A\sigma e^{-(\alpha+\beta)z}\,dz,$$

β étant le coefficient d'absorption pour les rayons X.

Dans le cas de l'émission sous un angle φ par rapport à la normale, la surface apparente de l'élément σ est réduite dans le rapport de 1 à $\cos\varphi$; mais la longueur des droites comprises entre les plans z et $z + dz$ est augmentée dans la même proportion, de telle sorte que l'émission conserve la même valeur; en revanche, l'absorption est plus forte, et la quantité de rayons X atteignant la surface de l'anti-cathode est donnée par l'expression

$$dI'_{\varphi} = A\sigma e^{-\left(\alpha+\frac{\beta}{\cos\varphi}\right)z}\,dz.$$

La totalité de ces rayons, émergeant sous un angle φ de l'anti-cathode, est donc

$$I'_{\varphi} = \frac{A\sigma}{\alpha + \dfrac{\beta}{\cos\varphi}}.$$

[1] *Atti Acc. de Bologne*, 12 avril 1896.

Cette expression montre que la loi d'émission des rayons X en fonction de l'angle dépend essentiellement du rapport des deux coefficients d'absorption.

En particulier, l'intensité de l'émission est à peu près indépendante de l'angle φ jusqu'au voisinage de l'émission rasante, si β est beaucoup plus petit que α. Or nous savons qu'il en est ainsi dans tous les cas étudiés jusqu'ici.

Le calcul qui précède repose, il est vrai, sur une hypothèse non encore vérifiée, à savoir que l'intensité des rayons X est proportionnelle à celle des rayons cathodiques qui les engendrent. Mais on arrive à un résultat analogue en partant de relations beaucoup plus générales; si l'on suppose, par exemple, que les deux phénomènes sont reliés par une fonction entière, dont A, B, C,... sont les coefficients successifs, on devra remplacer notre dernière expression, à un facteur constant près, par la suivante :

$$I''_{\varphi} = \frac{\sigma}{\alpha + \frac{\beta}{\cos\varphi}} \left[A + \frac{B}{\alpha + \frac{\beta}{\cos\varphi}} + \frac{2C}{\left(\alpha + \frac{\beta}{\cos\varphi}\right)^2} + \ldots \right]$$

qui conduit aux mêmes conclusions en ce qui concerne la relation entre I'' et φ.

Cette loi d'émission en fonction de l'angle n'est pas particulière aux rayons X; on arrive à des relations analogues, dans le cas de la lumière ordinaire, toutes les fois qu'elle émane d'un corps suffisamment transparent, à l'intérieur duquel l'éclat peut du reste varier suivant une loi quelconque. D'une manière générale, la loi du cosinus cesse d'être vraie toutes les fois que la *surface* d'émission est remplacée par un *volume* d'émission d'épaisseur finie.

Séance du 14 septembre 1896.

Pas de communication présentant un caractère électrique.

BIBLIOGRAPHIE

I Misuratori di energia elettrica (Les compteurs d'énergie électrique), par Antonino Messina. — *A. Reber*, éditeur Palerme, 1896.

Si ce fascicule est le plus récent et, à ce titre, le plus complet sur la matière, restreinte d'ailleurs aux applications à l'éclairage électrique, il n'est pas nouveau comme conception et emprunte beaucoup à son devancier dû à M. Hospitalier. C'était, ce nous semble, une raison suffisante pour faire mention de ce dernier, et l'on est en droit de s'étonner que l'auteur, pénétré du remarquable ouvrage de M. Éric Gerard sur les *Mesures électriques* et très fidèle à l'indication de ses sources, n'ait pas cru devoir y faire la moindre allusion, comme si l'originalité de son travail eût dû en souffrir. Est-ce ignorance? nous ne pouvons le supposer; est-ce parti-pris? nous ne voulons pas le croire, et nous nous bornons à signaler le fait avec un point d'interrogation.

Cet opuscule n'est pas d'ailleurs une simple description d'appareils et de procédés de mesures; il a un but social et je dirai presque moralisateur, probablement nécessaire au delà des Alpes. Il vise un contrôle d'État sur les installations électriques en général et pousse, dans cet ordre d'idées, à la création d'appareils, de méthodes et de vérifications légaux, dont le besoin ne s'est pas encore fait sentir ailleurs. Or, si bons qu'ils puissent être en eux-mêmes, ils ont le grave défaut d'ingérer l'État dans des affaires de caractère absolument privé et de lui donner une responsabilité dont il ne se soucie sans doute nullement, pas plus que certaines Commissions n'ont chez nous pour mission d'accepter, mais seulement de refuser, le cas échéant, les installations soumises à leur surveillance.

L'ouvrage comprend quatre parties traitant successivement : des Compteurs industriels d'énergie électrique; des Compteurs légaux, tels que les conçoit l'auteur; de la Vérification des compteurs et des Conditions technico-légales de contrôle soumises à l'appréciation du législateur.

Notre *Laboratoire central de la Société internationale des électriciens* et notre *Bureau de contrôle du Syndicat des industries électriques* servent souvent de types à l'auteur au cours de son étude. Nous ne pouvons qu'en être flattés; mais leur objet, leur caractère et leur mode de fonctionnement nous suffisent, sans qu'il nous paraisse désirable de leur donner, non plus qu'à un grand nombre des établissements similaires existant ailleurs, un caractère plus administratif, en ce qui nous concerne, ni international, suivant les idées de l'auteur. E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Émile Barrault, *fondé en 1856, 58bis, Chaussée-d'Antin, Paris.*

253324. — **Lefebvre.** — *Pile à oxyde d'antimoine* (20 janvier 1896).

253363. — **Ridel.** — *Pile siphoïde au bichromate de potasse* (21 janvier 1896).

253372. — **Monterde.** — *Accumulateur électrique* (23 janvier 1896).

253284. — **Soulé.** — *Perfectionnements aux coupe-circuits électriques* (18 janvier 1896).

253316. — **Lachmann.** — *Conducteur électrique posé à plat et isolé seulement sur partie de son pourtour* (20 janvier 1896).

253315. — **Pollak.** — *Condensateur électrique* (20 janvier 1896).

253343. — **Zinner.** — *Perfectionnements apportés aux résistances électriques* (21 janvier 1896).

253491. — **Von Siemens.** — *Parafoudre pour ligne à courant de grande vitesse* (28 janvier 1896).

253477. — **Castel de Courval.** — *Perfectionnement aux régulateurs électriques* (27 janvier 1896).

253300. — **Werlé.** — *Machine à électriser les vins de Champagne et autres* (18 janvier 1896).

253386. — **Christophe et Peletan.** — *Nouveau dispositif pour l'éclairage par l'électricité des becs à gaz à incandescence* (22 janvier 1896).

253469. — **Jobin.** — *Nouveau système de mires à éclairage électrique appliquées à l'ophtalmomètre Javal* (27 janvier 1896).

253504. — **Merritt.** — *Perfectionnements dans les répétiteurs télégraphiques* (28 janvier 1896).

253547. — **Dorez** et **Deuissel.** — *Bobine électrique ou solénoïde à action magnétique progressive* (5 février 1896).

253595. — **Société S. Z. De Ferranti limited.** — *Perfectionnements apportés aux condensateurs électriques* (31 janvier 1896).

253507. — **De Marc.** — *Procédé pour accroître le rendement lumineux électrique des lampes à incandescence* (28 janvier 1896).

253521. — **Société Sautter Harley** et **Cie.** — *Nouveau système de commande à distance et d'asservissement par l'électricité avec répétition des mouvements* (1er février 1896).

253668. — **Krotz, Allen** et **Kenly.** — *Perfectionnements aux railways électriques et aux conducteurs sous voie* (4 février 1896).

253798. — **Rodary.** — *Verrou électrique* (8 février 1896).

253838. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux contrôleurs séries parallèles* (11 février 1896).

253839. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux méthodes pour maintenir le synchronisme des moteurs à courants alternatifs pour la transmission de l'énergie électrique* (11 février 1896).

253841. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux méthodes pour empêcher le décalage de phase entre la force électromotrice et le courant dans les circuits à courants alternatifs* (11 février 1896).

253841. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux contrôleurs des machines dynamo-électriques* (11 février 1896).

253811. — **Tanneguy de Wogan.** — *Système de torpillage et de contre-torpillage électro-magnétique* (4 février 1896).

253682. — **Houts.** — *Perfectionnements aux portes téléphoniques* (4 février 1896).

253751. — **Société dite The Apostoloff automatic telephone patent syndicate limited.** — *Système automatique de communication téléphonique* (6 février 1896).

253754. — **Adams-Randall.** — *Perfectionnements apportés aux appareils téléphoniques* (6 février 1896).

253681. — **Jablochkoff.** — *Genre de pile sèche* (4 février 1896).

253698. — **Vogt.** — *Élément galvanique* (4 février 1896).

253722. — **Von Siemens.** — *Mode de couplage permettant de faciliter le couplage en parallèle des machines à courants alternatifs* (5 février 1896).

253750. — **Porter.** — *Perfectionnements dans les électrodes pour les batteries secondaires* (6 février 1896).

253755. — **Flachat.** — *Nouvelle pile électrique* (8 février 1896).

253821. — **Hildebrandt.** — *Procédé de volatilisation dans la masse active des accumulateurs électriques* (10 février 1896).

253854. — **Cushman.** — *Armature pour moteurs d'induction* (11 février 1896).

253711. — **Currie.** — *Perfectionnements aux régulateurs automatiques pour courants électriques* (4 février 1896).

253804. — **Lütje.** — *Garniture de sûreté pour conducteurs électriques* (8 février 1896).

253696. — **Bondy** et **Jordan.** — *Mécanisme pour la formation et la conservation d'arcs électriques lumineux bien réguliers* (4 février 1896).

253707. — **Blahnik.** — *Nouveau système de lampe électrique à arc* (4 février 1896).

253814. — **Société Niewerth** et **Cie.** — *Perfectionnements apportés aux appareils magnétiques de réglage et de commande* (8 février 1896).

253799. — **Czarnikow.** — *Système d'allumoir électrique destiné à allumer le gaz à distance* (8 février 1896).

253866. — **Wiesner** et **Witzel.** — *Pendule électrique avec sonnerie et réglage automatique en cas d'oscillation insuffisante du balancier* (11 février 1896).

253902. — **Société dite Actien Gesellschaft Mix** et **Genest Telephon Telegraphen-V- Blitzbableiter Fabik.** — *Perfectionnements apportés aux réveils électriques* (12 février 1896).

253870. — **Fitz Gerald** et **Bersey.** — *Perfectionnements dans les piles voltaïques* (11 février 1896).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Compagnie du Tramway électrique de Paris à Romainville. — Cette Compagnie a été constituée à Lyon le 20 juillet 1895; son fondateur est M. Claret, demeurant à Lyon, 2, boulevard du Nord.

Un décret de M. le Président de la République, en date du 18 août 1893, a déclaré d'utilité publique l'établissement d'un tramway à moteur mécanique entre la place de la République à Paris et la commune de Romainville.

Aux termes d'un traité fait en double original à Paris, le 7 mars 1895 et intervenu entre le ministre des travaux publics agissant au nom de l'État, et M. Claret, le ministre des travaux publics a concédé à M. Claret, la construction et l'exploitation d'un tramway à traction mécanique allant de la place de la République (à Paris) à l'extrémité de Romainville, et destiné au transport des voyageurs, bagages, messageries et petits colis.

Cette concession a été faite dans les conditions déterminées par un cahier des charges dressé le 8 août 1893.

Cette convention a été approuvée par un décret de M. le Président de la République française en date du 4 avril 1895.

Il est stipulé notamment audit cahier des charges du 8 août 1893 :

Que la ligne partira de la place de la République et aboutira à l'extrémité de Romainville, en empruntant dans Paris l'avenue de la République sur toute sa longueur, traversant les fortifications à la porte de Romainville, et empruntant ensuite la route départementale n° 26 jusqu'à l'église de Romainville, et le chemin de grande communication n° 19 sur une longueur d'environ 300 mètres jusqu'au terminus;

Que la ligne sera construite à deux voies dans l'intérieur de Paris, et à voie unique avec garages dans la partie hors Paris;

Que la durée de la concession commencera à courir de la date du décret d'autorisation et finira le 31 mai 1910;

Que le concessionnaire sera tenu de payer aux communes du département de la Seine, autres que Paris, dont les territoires seraient traversés par la ligne objet de la concession, les redevances pour établissement de bureaux sur la voie publique et les droits de stationnement au terminus qui seraient en vigueur, conformément à l'article 35, n° 7, de la loi du 5 août 1884, au jour de l'approbation du cahier des charges;

Que le concessionnaire sera tenu de payer à la ville de Paris :

Les redevances pour l'établissement de bureaux sur la voie publique qui auraient été mises en vigueur, en vertu de l'article 31 de la loi du 18 juillet 1837 et de l'article 17 de la loi du 24 juillet 1867, avant la date de l'approbation du cahier des charges, comme aussi les redevances de même nature qui, par application des mêmes lois, pourraient être instituées après ladite date et jusqu'à la fin de la concession, pour tous les nouveaux bureaux que le concessionnaire viendrait à établir sur la voie publique;

Et un droit de stationnement qui serait calculé à raison de 0,30 par chaque départ de voiture effectué d'un terminus situé à l'intérieur de Paris;

Que le concessionnaire devra déposer, à la Caisse des dépôts et consignations, une somme de 25 000 fr en numéraire ou en rentes sur l'État français, pour former le cautionnement de l'entreprise;

Que les 4/5 de cette somme seront rendus par cinquième et proportionnellement à l'avancement des travaux, le dernier cinquième ne devant être remboursé qu'après l'expiration de la concession.

Le décret du 4 avril 1895 stipule :

Que dans les six mois à partir du décret, M. Claret sera tenu de constituer une Société anonyme qui lui sera substituée; que cette substitution devra être approuvée par un décret délibéré en Conseil d'État, conformément à l'article 10 de la loi du 11 juin 1880;

Que la déclaration d'utilité publique sera considérée comme non avenue si les expropriations nécessaires pour l'exécution des travaux ne sont pas accomplies avant le 1er avril 1896.

Ce décret vise notamment un engagement pris le 7 mars 1895 par M. Claret, s'obligeant à substituer au mode de traction par lui proposé, tout autre système de moteur mécanique à agréer par l'Administration au cas où pendant la période d'essai qui sera d'au moins deux ans, il serait reconnu que ce mode de traction n'assure pas convenablement la sécurité et la régularité du service, ou qu'il présente des inconvénients graves pour le public.

Cette concession est faite sans garantie ni subvention quelconque de l'État.

Ces faits exposés, M. Claret a dressé, de la manière suivante, les statuts d'une Société anonyme qu'il se propose de former pour la construction et l'exploitation du tramway à lui concédé, et qui serait substituée à ses droits et obligations.

La Société a pour objet la construction et l'exploitation du réseau de tramway allant de la place de la République, à Paris, à l'extrémité de Romainville, et destiné au transport des voyageurs, bagages, messageries et petits colis, et dont la concession a été accordée, par l'État, à M. Claret, aux termes de la convention du 7 mars 1895.

Cette exploitation aura lieu soit par l'énergie électrique, soit par tout autre mode de traction à moteur mécanique.

La Société pourra, par décision de l'assemblée générale ordinaire, poursuivre et solliciter l'obtention de concession ou de rétrocession, pour la construction et l'exploitation de toutes autres lignes nouvelles de tramways en prolongement ou extension du réseau concédé et même comme réseau absolument indépendant et ce, pour le transport des voyageurs, bagages, messageries, soit par traction électrique, en canalisation, en voie aérienne ou en voie funiculaire, soit par tous autres moyens de traction, venant aider ou se joindre à l'électricité.

La Société a pour objet d'exécuter ou de faire exécuter les travaux nécessaires imposés pour les concessions obtenues ou à obtenir, de construire les voies, machines, voitures et installations de toutes sortes pour lesdites entreprises et d'exploiter les réseaux concédés soit directement, soit par location ou cession.

Le siège social est à l'usine de la Compagnie, 87, rue de Paris, aux Lilas.

La durée de la Société fixée à quinze années pourra être prorogée ou réduite.

M. Claret a rétrocédé à la Compagnie tous les droits lui appartenant sur la concession du réseau de tramway qui lui a été accordé par l'État aux termes de la convention du 7 mars 1895, approuvée par décret de M. le Président de la République française en date du 4 avril suivant ci-dessus énoncé.

A compter du jour de sa constitution définitive, la Compagnie du Tramway électrique de Paris à Romainville sera subrogée aux droits et obligations de M. Claret dans ladite concession pour tout le temps restant à courir jusqu'au 31 mai 1910.

Cette rétrocession est faite à charge par ladite Compagnie d'exécuter toutes les clauses et conditions imposées à M. Claret par les cahiers des charges, convention et décret ci-dessus énoncés.

Par contre, la Compagnie du Tramway électrique de Paris à Romainville sera substituée à tous les droits et obligations de M. Claret dans ladite concession.

L'original de la convention du 7 mars 1895 et l'ampliation du décret du 4 avril 1895 seront remis au Conseil d'administration le jour de la constitution définitive de la Société.

M. Claret, apporteur, n'aura droit à aucune somme ni à aucun avantage en raison de la rétrocession de ladite concession.

Toutefois, la Compagnie du Tramway électrique de Paris à Romainville devra rembourser en espèces à M. Claret, dans les quinze jours de sa constitution définitive, la somme de 25 000 fr, montant du versement en numéraire effectué par M. Claret à la Caisse des dépôts et consignations de Paris le 4 avril 1895, suivant récépissé n° 9724, pour le cautionnement auquel il était tenu aux termes de l'article 38 du cahier des charges du 8 août 1893; et ladite Compagnie sera subrogée aux droits dudit M. Claret pour en effectuer soit le retrait en capital, intérêts et accessoires, ou bien, pendant le même délai, si la Compagnie le préfère, elle pourra s'entendre avec l'État pour faire un nouveau cautionnement à son nom afin de permettre à M. Claret de retirer la totalité des 25 000 fr versés par lui.

Le capital social est fixé à 1 500 000 fr divisé en 3000 actions de 500 fr chacune. Ces 3000 actions sont à souscrire en espèces.

Le Conseil d'administration comprend 3 membres au moins et 7 membres au plus, qui devront déposer 20 actions affectées à la garantie de leur gestion.

L'Assemblée générale comprend les porteurs d'au moins 10 actions; elle aura lieu au mois de décembre, sauf celle de 1896 qui se tiendra en septembre. Tout actionnaire membre de l'Assemblée aura autant de voix qu'il possédera de fois

10 actions, sans toutefois que leur nombre puisse dépasser 20.

L'année sociale commence le 1er juillet pour finir le 30 juin suivant.

Par exception, le premier exercice comprendra le temps à courir du jour de la constitution de la Société jusqu'au 30 juin 1897.

Les bénéfices nets seront répartis comme suit :

Il est d'abord prélevé :

1° 5 pour 100 pour constituer un fonds de réserve légal;

2° La somme nécessaire pour servir aux actions non amorties un intérêt de 5 pour 100 des capitaux non encore remboursés.

Sur le surplus et sur la proposition du Conseil d'administration, l'Assemblée générale pourra, si elle le juge convenable, voter tous prélèvements pour créer un compte d'amortissement du capital actions et pour constituer une réserve facultative.

L'excédent sera réparti :

10 pour 100 au Conseil d'administration;

90 pour 100 aux actionnaires à titre de dividende.

Le prélèvement pour les fonds de réserve légale cessera d'être obligatoire lorsqu'il aura atteint le quart du capital; il reprendra son cours si, pour une cause quelconque, ladite réserve se trouve entamée.

Les comptes de réserve et d'amortissement ne produiront aucun intérêt.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie pour la fabrication des Compteurs. — L'exercice clos le 30 avril dernier a été un véritable succès pour la Compagnie, dont le chiffre d'affaires et les bénéfices sont en très grande augmentation sur les chiffres correspondants de l'exercice 1894-1895.

C'est ainsi que : le chiffre d'affaires pour 1895-1896 a été de 12 001 757,95 fr, supérieur de 3 002 571,47 fr à celui de 1894-1895 qui avait été de 8 999 186,48 fr.

En particulier, la vente des compteurs électriques Thomson s'est notablement accrue, et en voici la progression pour les cinq derniers exercices :

En 1891-1892	il a été vendu pour	349 312,10 fr.
1892-1893	—	428 316,14
1893-1894	—	631 812,05
1894-1895	—	1 085 357,85
1895-1896	—	1 650 662,82

Les bénéfices nets du dernier exercice ont été de 3 118 745,78 fr; ceux de l'exercice précédent avaient été de 2065 977,60, d'où une augmentation de 1 052 768,18 fr pour le dernier exercice.

Ces résultats sont dus, en grande partie, au développement des ventes à l'étranger et en France par les succursales.

Le matériel pour usines à gaz a continué à donner un bon courant d'affaires, et il convient d'ajouter ici que le compteur à gaz à paiement préalable se répand très rapidement.

Pendant le dernier exercice, plus de 20 000 de ces appareils ont été livrés en France, en Belgique et en Hollande.

Les immeubles et ateliers étant devenus insuffisants à contenir les services développés, la Compagnie a acquis à Dordrecht un immeuble, à Bruxelles de nouveaux ateliers, à Lille un atelier; à Lyon les ateliers ont été développés; à Paris, un terrain de 1700 mètres pour 170 000 fr mitoyen, avec celui de l'impasse du Maine et un immeuble rue Grange-aux-Belles pour 70 000 fr, mitoyen de l'usine de la rue Claude-Vellefaux.

Il en est résulté une augmentation du Compte de Premier Établissement de 866 803,54 fr et du compte marchandises de 740 147,97 fr; soit une augmentation totale des immobilisations de 1 606 951, 31 fr, dont une partie, sera, comme on le verra plus loin, amortie par un prélèvement sur les bénéfices de l'exercice clos.

Par contre, l'ensemble des réserves présente un excédent de 752 557,63 fr sur le chiffre de l'année dernière.

Les *frais généraux* présentent une augmentation d'environ 350 000 fr, chiffre peu en rapport avec le développement des affaires pendant l'année.

Voici le bilan arrêté au 30 avril et qui fut présenté aux actionnaires le 30 juillet dernier.

BILAN AU 30 AVRIL 1896

Actif.

Fonds de commerce :		
Valeur industrielle des quatorze établissements de France et de l'Étranger.		3 582 153,54 fr.
Immeubles et constructions :		
Rue Claude-Vellefaux, terrain et 1re construction.	501 383,51	2 051 919,52
Construction nouvelle.	345 642,39	
Terrain rue Vicq-d'Azyr	60 015,50	
Impasse du Maine.	222 306,02	
Boulevard Vaugirard.	160 000,00	
Succursales.	762 572,50	
Matériel industriel :		
Maison de Paris.	506 563,09	1 809 828,60
Succursales.	1 303 265,51	
Mobilier industriel		1,00
Marchandises en magasin :		
Maison de Paris	863 775,26	3 429 686,68
Succursales.	2 565 911,42	
Électricité, frais d'études, brevets.		129 987,53
Caisse, effets à recevoir, banquiers .		
Maison de Paris	711 268,39	1 364 577,35
Succursales.	653 308,96	
Débiteurs divers :		
Maison de Paris	723 661,32	3 686 239,93
Succursales	2 962 578,61	
Titres en portefeuille		622 670,85
Amortissement d'obligations :		
Remboursement d'obligations sorties		64 000,00
Coupons divers :		
Actions et obligations en cours de payement. .		301 297,49
Total.		17 042 362,49 fr.

Passif.

Capital actions		7 000 000,00 fr.
Obligations 1884.		193 225,00
Réserves :		
Fonds de réserve statutaire. . .	592 916,87	2 313 968,60
Réserve immobilière	321 051,73	
Fonds de prévoyance	1 400 000,00	
Réserve pour amortissement matériel et mobilier.		1 203 493,30
Réserve extraordinaire		350 000,00
Réserve :		
Frais d'études et brevets d'électricité.		129 987,53
Obligations amorties.		61 275,00
Immeuble Bruxelles :		
Annuités à payer		58 983,67
Effets à payer :		
Maison de Paris	21 306,40	100 735,85
Succursales.	79 429,45	
Créditeurs divers :		
Maison de Paris	722 633,49	2 441 136,10
Succursales	1 718 502,61	
Coupons échus à payer.		1 229,16
Reliquat des bénéfices du dernier exercice . . .		69 582,50
Compte profits et pertes.		3 118 745,78
Total.		17 042 362,49 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Dépenses.

Frais généraux : Maison de Paris	235 666,72 fr.
Écritures d'ordre, intérêts et amortissements divers.	60 861,37
Bénéfice net	3 118 745,78
Total	3 415 273,09 fr.

Recettes.

Loyers :	
Lille et Bruxelles.	12 500,00 fr.
Vaugirard	11 727,60
Revenu des Titres appartenant à la Société. . . .	16 712,18
Bénéfice : Paris et succursales.	3 374 334,87
Total.	3 415 275;87 fr.

L'assemblée a adopté l'emploi ci-dessous des bénéfices que lui proposait le Conseil :

Les produits nets de l'exercice ont été de		3 118 745,78 fr.
Dont à déduire :		
Amortissement de 15 obligations. . .	7500,00	
Intérêts sur obligations	6912,50	14 412,50
Reste		3 104 333,28
Somme à prendre pour compléter à 700 000 fr la réserve légale fixée au 1/10ᵉ du capital social par les statuts.		107 083,13
Reste		2 997 250,15
Intérêt 5 pour 100 payé le 15 avril aux 14 000 actions		350 000,00
Reste		2 647 250,15 fr.
Amortissements :		
Matériel Leipzig	30 151,50	
— Barcelone.	3 020,62	
— Milan.	28 680,88	
— Vaugirard.	38 195,23	
Amortissement sur le compte de marchandises fabriquées en magasin	312 968,66	412 926,89
Reste		2 204 323,26
10 pour 100 au Conseil d'administration		220 432,32
Reste		1 983 890,94 fr.
A ajouter :		
Reliquat du compte Bénéfices de l'exercice précédent		69 582,50
Total		2 053 473,44 fr.
Dividende de 65 fr par action		910 000,00
Reste		1 143 473,44 fr.
Pour la caisse de prévoyance		20 000,00 fr.
Reste		1 123 473,44
Nous vous proposons de prendre sur ce reliquat :		
1° En prévision des modifications qui nous sont imposées par la transformation de notre outillage, une somme de 400 000 fr qui serait affectée au compte Réserve pour amortissement du matériel.		400 000,00
Reste		723 473,44
2° Pour faire face aux acquisitions d'immeubles réalisées et en prévision des constructions à y établir, une somme de 300 000 fr qui sera portée au compte de *Réserve immobilière*. .		300 000,00
Reste		423 473,44
3° Au compte de *Réserve extraordinaire* . . .		400 000,00
Reste à reporter à nouveau.		23 473,44 fr.

L'Assemblée a voté les résolutions suivantes :

1. L'Assemblée générale approuve, dans toutes leurs parties, le rapport du Conseil d'administration, celui des Commissaires, ainsi que les comptes de l'Exercice 1895-1896, tels qu'ils viennent d'être présentés et détaillés.

2. L'Assemblée générale approuve le projet de répartition des bénéfices proposé par le Conseil d'administration et fixe à 90 fr par action le dividende de l'Exercice 1895-1895, dont 25 fr ont été payés le 15 avril dernier et le solde à payer le 15 octobre prochain, sous déduction des impôts de finance.

3. L'Assemblée ratifie la nomination de M. Ernest Brouardel et nomme pour quatre années, MM. Jules Rostand, Émile Mercet et Prosper de Lachomette, administrateurs.

4. L'Assemblée générale fixe à la somme de 10 000 fr l'allocation annuelle à répartir entre les membres du Conseil d'administration.

5. L'Assemblée générale nomme Commissaires pour l'année 1896-1897, MM. Morcrette, Greyson et G. Breittmayer, avec faculté d'agir ensemble ou séparément, et fixe à la somme de 1000 fr l'indemnité qui sera allouée à chacun d'eux.

6. L'Assemblée approuve le contrat conclu avec M. Alouis, l'un des Administrateurs chargé de la Direction de nos Établissements de Lyon, Saint-Étienne et Marseille.

Le même jour, une Assemblée extraordinaire a, sur la proposition du conseil, voté la subdivision des actions de la Compagnie d'une valeur nominale de 500 fr, en deux actions de 250 fr chacune, et modifié en conséquence certains articles des statuts.

Voici le texte de ces décisions et modifications.

1. L'Assemblée générale, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration, décide qu'il y a lieu, par modification au titre II des Statuts, de diviser le fonds social, maintenu au chiffre de 7 millions de fr, en 28 000 actions de 250 fr chacune, lesquelles remplaceront les 14 000 actions de 500 fr chacune existant actuellement.

Les nouvelles actions de 250 fr remplaceront les anciennes du taux nominal de 500 fr, à raison de deux actions nouvelles, à échanger contre une action ancienne.

2. L'Assemblée générale, comme conséquence de la résolution qui précède, modifie et remplace, ainsi qu'il suit, l'article 5 et le 1ᵉʳ alinéa de l'article 25 des Statuts :

Art. 5. — Le fonds social est fixé à 7 000 000 de fr, divisé en 28 000 actions de 250 fr chacune.

Art. 33 (1ᵉʳ alinéa). — Chaque administrateur doit être propriétaire de 80 actions entièrement libérées.

3. L'Assemblée générale charge le Conseil d'administration de prendre toutes les mesures destinées à assurer l'échange des nouveaux titres d'actions contre les anciens, de fixer l'époque à laquelle cet échange aura lieu, ainsi que de déterminer celle à partir de laquelle les titres anciens cesseront d'être négociables.

Tous pouvoirs sont donnés au porteur des pièces pour faire les publications légales.

Compagnie nationale d'Électricité Ferranti. — D'après le bilan arrêté au 31 décembre 1895 et présenté à l'Assemblée du 29 juin :

Les usines sont évaluées	1 839 922,89 fr.
Les espèces en caisse et en banque	287 966,30
Le portefeuille composé pour moitié d'actions de la Banque de France et d'actions des Sociétés filiales.	895 698,20
Les effets à recevoir	52 034,25
Les marchandises en magasin.	90 983,65
D'autre part, ont été évaluées :	
Les réserves.	107 673,21
Les comptes créditeurs.	130 882,04

L'exercice 1895 a produit une recette brute de 282 954,98 fr qui, après défalcation des frais généraux, du montant des coupons d'obligations et sommes destinées à l'amortissement de ces dernières, a laissé un solde net de 39 084,83.

Comme nous l'avons annoncé antérieurement, il a été prélevé une somme de 34 898,04 fr pour réserves et amortissements, et le solde 4 186,79 fr a été reporté à nouveau.

M. Georges Dupont, administrateur sortant, a été réélu, et M. Coste nommé commissaire des comptes pour l'exercice en cours.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

35 911. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

5e Année. — N° 115. 10 Octobre 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION — É. HOSPITALIER, 12, rue de Chantilly — Paris.

ABONNEMENTS — Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.

ADMINISTRATION — 9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Automobiles électriques. — La course d'automobiles Paris-Marseille et retour qui vient de se terminer a établi, sans contestation possible, la supériorité des voitures à essence, gazoline, stelline, ou moto-naphta (quel que soit le nom que l'on donne à l'essence de pétrole de densité voisine de 0,8), sur toutes les autres pour de longs parcours à grande vitesse. Les deux seules voitures à vapeur parties de Versailles ont vite été désemparées et les voitures électriques se sont, avec raison, abstenues, ne voulant pas courir... à un échec certain. Et pendant que tous les efforts de l'Automobile-Club de France tendent à démontrer la supériorité du pétrole, d'autres courses faites en Amérique sur des distances plus courtes, sur des terrains mieux préparés, dans des conditions plus conformes aux besoins de l'automobilisme urbain, établissent au contraire la supériorité des voitures électriques. C'est ainsi que dans Narragansett Park, à Providence, dans une course de 8 km réunissant 10 concurrents, le premier prix a été gagné par une voiture électrique, et la voiture qui a parcouru 1 mile le plus rapidement à une vitesse de plus de 43 km par heure est également une voiture électrique. La gazoline conserve sa supériorité pour les longs trajets, les grands voyages et les grandes vitesses, mais l'électricité prendra sa place pour la locomotion à l'intérieur des grandes villes, à cause de sa simplicité de manœuvre, de l'absence de bruit et d'odeur, du confortable, en un mot, qui fait défaut aux automobiles actuelles. L'heure du fiacre électrique arrive plus vite que la course Paris-Marseille et retour ne le laisserait croire.

L'heure décimale. — Plusieurs journaux parlent d'un projet d'adoption de l'heure décimale qui doit être présenté par M. Étienne aux Chambres, à leur rentrée. La mesure nous paraît bien inutile et bien inopportune, car le temps est la seule entité physique dont la mesure soit faite à l'aide d'unités rigoureusement internationales, sans parler des perturbations qu'un semblable changement apporterait dans la géographie, l'astronomie, la mécanique et le système C.G.S., basé sur la division du jour en 24 heures, et de l'heure en 3600 secondes. Une réforme plus utile et plus urgente serait la division du jour en vingt-quatre heures numérotées consécutivement de 1 à 24. Lorsque cette réforme fut proposée il y a une douzaine d'années dans un Congrès astronomique tenu à Washington, les Français boudèrent parce que le méridien de Greenwich avait été préféré au méridien de Paris, et nous ne bénéficions ainsi ni du méridien universel, ni de la division du jour en 24 heures consécutives. Le moment est mal choisi, dans ces conditions, pour introduire l'heure décimale dont les séductions nous sont encore inconnues, le rapport de M. Étienne ne nous étant pas encore parvenu, mais dont les avantages nous semblent bien problématiques.

Le monument d'Archereau. — Le 27 septembre dernier a été inauguré à Saint-Hilaire-le-Bonis le monument élevé à

l'inventeur Archereau, qui créa le premier régulateur à arc voltaïque.

Les autorités ont été reçues à midi par M. Lionel Bonnemer, président du comité. Le cortège s'est rendu à l'endroit où se trouve le monument où a eu lieu l'inauguration. Des discours ont été prononcés, notamment par M. Grimaud, de l'Institut, qui a résumé la vie, toute de désintéressement et de dévouement à la science, de l'inventeur.

A l'issue de cette cérémonie, un médaillon en bronze a été inauguré sur la maison natale d'Archereau.

Projet de réglementation pour la préparation et l'emploi de l'acétylène. — M. Vieille, ingénieur en chef des poudres et salpêtres, consulté sur la question de savoir s'il y avait lieu de réglementer *la préparation et l'emploi du gaz acétylène pour l'éclairage*, a soumis au Conseil de salubrité de la Seine le projet d'ordonnance de police suivant, qui vise *l'emploi des réservoirs et appareils générateurs d'acétylène, d'un débit journalier inférieur à 10 m³ à l'exclusion des lampes portatives :*

« Considérant qu'en l'absence de certaines mesures de précaution, l'emploi des appareils générateurs d'acétylène peut présenter des dangers d'explosion et d'incendie :

« *Article premier.* — Toute personne qui voudra, dans l'immeuble qu'elle occupe, employer un appareil générateur d'acétylène, sera tenue d'adresser préalablement à la Préfecture de police une déclaration indiquant :

« 1° La désignation précise du local affecté à l'appareil;

« 2° Une description de cet appareil avec plans à l'appui, à l'échelle de 2 mm par m et instruction sur le mode de fonctionnement certifiée par le constructeur.

« Cette déclaration signée et datée.

« Une nouvelle déclaration devra être faite dans le cas où l'instruction passerait entre les mains d'un nouveau locataire.

« *Art.* 2. — Après cette déclaration, l'emploi des générateurs d'acétylène pourra se faire dans les conditions ci-après :

« Les appareils ne pourront en aucun cas être installés dans des caves ou sous-sols; ils devront être placés soit à l'air libre, soit dans un local bien aéré, éclairé par la lumière du jour, muni d'ouvertures simplement grillagées, communiquant avec l'extérieur à l'exclusion des courettes mal ventilées.

« Les bouteilles ou réservoirs d'acétylène liquéfié, placés à l'air libre, seront soustraits à l'action directe du soleil. A cet effet, ils seront entourés d'une enveloppe ou manchon, surmonté d'un couvercle servant d'abri au récipient, tout en assurant la libre circulation de l'air le long de ses parois.

« *Art.* 3. — Les liquides ou matières usées provenant de l'extinction du carbure de calcium, ne pourront être déversés à l'égout, sans avoir été préalablement dilués dans un excès d'eau. A cet effet, ces produits seront versés dans une cuve et étendus de dix fois leur volume primitif, avant d'être rejetés à l'égout.

« *Art.* 4. — Les réservoirs de gaz acétylène comprimé ou liquéfié devront satisfaire aux conditions suivantes :

« 1° Les récipients chargés à une pression inférieure à 10 kg : cm² seront éprouvés par le constructeur et sous sa responsabilité à une pression double de celle qu'ils sont appelés à supporter. Ces récipients seront munis de manomètres.

« Dans le cas où les récipients seraient chargés à des pressions supérieures à 15 kg : cm², ils seront soumis, aux frais du propriétaire de l'appareil, par le service des mines, à une épreuve officielle opérée avec le martelage et constatant qu'ils supportent une pression égale à une fois et demie la pression maxima des gaz qu'ils contiennent.

« Les bouteilles ou réservoirs d'acétylène liquéfié sont soumis aux épreuves et vérifications actuellement imposées aux réservoirs renfermant l'acide carbonique et le protoxyde d'azote liquéfiés destinés au transport par voies ferrées, sauf en ce qui concerne les conditions de remplissage des récipients.

« Toutes les précautions relatives à la canalisation et à la ventilation des locaux éclairés par le gaz d'éclairage ordinaire sont applicables aux locaux éclairés par le gaz acétylène. »

Le Conseil de salubrité a adopté ces conclusions à l'unanimité.

Transport électrique des ordures à Budapest. — On installe actuellement aux environs de Budapest un transport d'énergie électrique, d'une puissance peu considérable il est vrai, mais intéressant par sa nouveauté : il s'agit de l'utilisation et de la destruction des balayures de cette ville; le concessionnaire, M. Louis de Cséry, fait transporter ces matières du débarcadère situé près des Abattoirs aux usines de Saint-Lõrincz : un chemin de fer d'environ 5 km de longueur fut spécialement construit dans ce but.

A Saint-Lõrincz, les balayures sont classées par leur passage dans des cribles tournants; on sépare ainsi les parties légères et combustibles, telles que les papiers, la paille, les chiffons divers, des autres matières plus *précieuses* : le combustible ainsi obtenu est employé pour le chauffage de différentes chaudières sur des grilles en gradin; l'usine actuelle est ainsi actionnée par une machine à vapeur de 50 chevaux; mais la quantité de combustible extraite des balayures est très considérable; de plus, la combustion est préférable à tout autre traitement, puisqu'elle économise les frais d'enlèvement. Pour cette double raison, on décida d'agrandir considérablement l'établissement actuel en montant une nouvelle machine à vapeur de 100 chevaux avec ses chaudières. Cette machine actionne une génératrice triphasée de 70 kw, fournie, ainsi que son excitatrice directement accouplée, par MM. Ganz et Cie.

Le voltage sur la ligne entre deux conducteurs est de 3000 volts : la génératrice est enroulée pour cette tension, ce qui ne présente aucun danger, tous les enroulements (inducteur et induit) étant fixes.

L'énergie électrique transmise est utilisée au débarcadère de Budapest; la ligne suit le chemin de fer : elle est constituée par trois fils en cuivre de chacun 4 mm de diamètre. La tension est réduite à l'arrivée par deux batteries de transformateurs : à 300 volts pour les moteurs, à 100 volts pour l'éclairage.

La principale application électromécanique est un pont roulant actionné par trois moteurs triphasés de 16,8 et 3 chevaux, et qui sert au chargement des balayures. Le pont roulant étant à l'air libre, la prise de courant est faite d'une part, sur deux conducteurs aériens, de chacun 40 m de longueur, au moyen de deux trolleys de tramways; les rails constituent le troisième conducteur.

Les voitures qui amènent les balayures de la ville sont des caisses en tôle posées sur des trucks à quatre roues; au moyen du pont roulant, on enlève successivement chaque caisse de son truck pour la poser sur celui d'un wagon du chemin de fer; inversement, les caisses revenues vides de l'usine sont replacées sur les voitures. On obtient ainsi un chargement rapide et économique.

Cette petite installation offre un réel intérêt, surtout pour les grandes villes où les balayures représentent journellement une masse considérable; la production d'énergie électrique au moyen de ces résidus, considérés ordinairement comme sans valeur, ne constitue-t-elle pas une application vraiment *fin de siècle*?

D. G.

Fabrication des tubes minces en métal. — On a fréquemment besoin, notamment, pour la construction des appareils délicats destinés aux laboratoires, d'obtenir des tubes en nickel tout à la fois minces et résistants. Voici comment on peut les fabriquer d'une façon simple, au moyen de l'électrolyse. On fait tout d'abord une matrice en alliage fusible ayant la forme droite ou courbe du tube dont on a besoin. On y dépose ensuite, par électrolyse, une couche de nickel de l'épaisseur rigoureusement égale à celle que l'on

désire : lorsque cette épaisseur est obtenue, on plonge le tout dans l'huile bouillante. L'alliage fond et laisse subsister uniquement le tube en nickel. Ce procédé a été appliqué avec succès et économie à la fabrication des tubes pour les manomètres métalliques.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Alais. — *Inauguration de l'éclairage.* — Charmante, vraiment, cette inauguration; par suite d'une heureuse coïncidence, nous avons eu l'honneur et le plaisir d'assister, en même temps qu'à la mise en marche des machines, à une fête non moins belle, celle de l'inauguration des bustes de Pasteur, le savant célèbre, et de Florian, le fabuliste bien connu.

Grâce à l'obligeance de M. Ducommun, le directeur de la Société d'Éclairage électrique et l'infatigable entrepreneur, nous avons pu recueillir quelques renseignements sur cette station centrale qui est cependant en marche depuis près d'un mois. Il a été souvent question dans nos colonnes de la ville d'Alais et les grandes lignes de l'installation ont été déjà décrites; nous n'y reviendrons pas, nous ajouterons seulement quelques mots sur l'organisation générale.

Substitué totalement au gaz, l'éclairage électrique vient en effet de faire une nouvelle conquête en s'établissant dans la ville d'Alais. L'installation, qui ne laisse rien à désirer, a été faite par la Société électromécanique de Paris et a été menée à bonne fin par M. Pascal, qui a su déployer en cette circonstance une rare activité sous la direction de M. Pépin, chef de station.

Toute la canalisation est aérienne et à 3 fils, des feeders assurent la répartition de la charge, l'éclairage étant à la fois public et privé. Le tableau, tout en marbre blanc, comporte 4 panneaux correspondant chacun à 4 dynamos, car ainsi qu'il a été dit, la station possède 2 moteurs à vapeur Weyher et Richemond à condensation, distribution Corliss, de 150 chevaux, attaquant 2 dynamos Brown du type bien connu, de 300 ampères sous 140 volts.

L'éclairage public et l'éclairage privé se trouvent répartis sur les deux ponts d'une façon aussi égale que possible. Il y a deux sortes d'abonnés, car il y a peu de compteurs, les uns marchent jusqu'à minuit, les autres jusqu'au lever du soleil. Vers minuit on ouvre de l'usine le circuit des premiers, les derniers sont alors connectés sur le circuit de ville et voient leur éclairage prendre fin en même temps que l'éclairage municipal qui marche toute la nuit.

La canalisation étant partout aérienne, est protégée à son entrée dans l'usine par des parafoudres, un sur chacun des 3 fils, ils aboutissent chacun à une plaque de terre séparée et en cas d'une décharge atmosphérique simultanée sur les 3 conducteurs, il n'y a pas de court-circuit.

La longueur totale des câbles de la canalisation atteint près de 475 km; on compte actuellement 42 arcs pour l'éclairage public et 26 pour l'éclairage particulier, il y a en plus 400 lampes à incandescence de 16 bougies sur le circuit de ville et autant chez les abonnés. Le fonctionnement général est des plus satisfaisants.

A la suite du banquet d'inauguration, fort gai d'ailleurs, M. Meyer, président du Syndicat des Industries électriques, a, en quelques mots, fait l'éloge de la science électrique et a vivement félicité M. Ducommun d'avoir si bien su triompher des progrès de la science contre la routine.

MM. Ducommun, Espérandieu, Mercier et bien d'autres encore ont répondu et des toasts ont été portés à la prospérité de l'industrie électrique en général.

Béziers (Hérault). — *Traction électrique.* — A la dernière séance du Conseil municipal, M. Mas a communiqué à l'assemblée communale une demande adressée à la Préfecture par MM. Alignan et Fabre, concessionnaires de la ligne des tramways de Béziers à la plage de Sérignan (nº 83, **1895**, p. 232).

Ces messieurs demandent à être autorisés à substituer la traction électrique à la traction animale, à prolonger la ligne ferrée de la place d'Espagne à la place du Théâtre et d'y établir une double voie.

M. Mas pense que la durée de la concession n'étant que de vingt-trois ans, le capital pourra être amorti; il estime aussi que la traction par trolley ne peut être supportée le long des allées. De plus, la deuxième voie n'étant pas prévue dans la concession primitive, elle donnera lieu à une enquête.

M. le maire fait remarquer que le tronçon de la place d'Espagne au théâtre n'ayant pas été exploité, il est fâcheux que la déchéance n'ait pas été prononcée.

En conséquence, M. Mas propose d'émettre un avis non favorable à la demande des concessionnaires. Il invite aussi le Conseil à décider que la ligne de Béziers à la mer soit rétrocédée dans vingt-trois ans au concessionnaire du réseau urbain.

Le Conseil adopte ces propositions.

Chapareillan. — *Tramways électriques.* — Par décision en date du 17 septembre, est approuvée la substitution à MM. Claret et Thouvard de la Société anonyme dite « Compagnie du tramway de Grenoble à Chapareillan », comme rétrocessionnaire du tramway de Grenoble (gare Paris-Lyon-Méditerranée) à Chapareillan, dont l'établissement a été déclaré d'utilité publique par le décret susvisé du 2 décembre 1895. MM. Claret et Thouvard resteront solidairement responsables des engagements qu'ils ont contractés envers le département de l'Isère, soit entre eux, soit avec ladite société, jusqu'à l'expiration d'un délai de dix années à dater de la mise en exploitation totale de la ligne concédée.

Il est interdit à la Compagnie du tramway de Grenoble à Chapareillan, sous peine de déchéance, d'engager son capital, directement ou indirectement, dans une opération autre que la construction et l'exploitation de la ligne de tramway, sans y avoir été préalablement autorisée par décret rendu en Conseil d'Etat.

Hauterives (Drôme). — *Inauguration de l'éclairage.* — Dernièrement a eu lieu dans cette ville la grande fête annuelle et l'inauguration de l'éclairage électrique.

Hyères (Var). — *Traction électrique.* — Les Conseils municipaux d'Hyères, Carqueiranne et du Pradet viennent de décider, sur la proposition de la Société des tramways de Toulon, la création de la ligne à traction électrique de Toulon à Hyères.

On croit que le Conseil municipal de Toulon prendra lui aussi la même décision. Il y a lieu de se hâter, si l'on veut que le Conseil général soit saisi de cette affaire au cours de sa session prochaine.

Cette ligne ne sera en somme que le prolongement de celles qui existent. La Société de Toulon est pourvue de tout le matériel nécessaire et perfectionné; l'usine a été visitée par le Conseil municipal d'Hyères, lequel s'est montré satisfait.

L'affaire paraît avantageuse, puisqu'il n'en coûtera pas un centime aux communes ni au département.

Meximieux (Ain). — *Éclairage.* — La Compagnie de l'Éclairage électrique s'est réunie dernièrement à l'Hôtel de ville. Après l'audition des comptes, la Compagnie a décidé qu'à l'occasion de l'inauguration de l'éclairage électrique de toute la ville et des particuliers, il y aura une grande fête pour laquelle la Compagnie a voté sur-le-champ une somme de 500 fr.

Perpignan. — *Éclairage.* — La Compagnie des chemins de fer du Midi fait actuellement procéder, sous la direction des ingénieurs du contrôle, à la pose des poteaux qui doivent supporter les lampes à arc pour éclairer les voies et les quais des gares du réseau.

A Carcassonne, le nouveau système d'éclairage sera inauguré très prochainement.

A Narbonne, comme dans les autres gares importantes, on s'attend à recevoir au premier jour les mêmes instructions pour commencer la pose des conducteurs électriques.

Rochefort. — *Traction électrique.* — On annonce que la Commission du Conseil municipal chargée de l'examen de la question des tramways électriques, après avoir entendu les ingénieurs de la maison Cauderay, aurait décidé qu'elle proposerait au Conseil la construction immédiate :

1° D'une ligne de tramways, allant du passage de Martrou à Tonnay-Charente, et dont le tracé serait : route de Martrou, rues Martrou, Lafayette, des Fonderies, Clémot, Chanzy et Bégon, et route de Tonnay-Charente, après avoir contourné tous les bassins du port de commerce;

2° D'une seconde ligne, qui, à la place Colbert, se raccorderait à la précédente, suivrait la rue Audry-de-Puyravault, passerait à la porte Carnot et monterait la rue Gambetta jusqu'à l'École de dressage, étant entendu que cette seconde ligne serait prolongée, un jour, jusqu'à Fouras, en passant par Charras et Saint-Laurent-de-la-Prée.

Versailles. — *Traction électrique.* — Voici le texte de la délibération adoptée par le Conseil général relativement au tramway de Villiers-le-Bel à Gonesse.

Le Conseil général délibère :

1° Acte est pris de l'engagement de la Société générale de traction et d'électricité, dont le siège social est à Paris, 24, boulevard des Capucines, et des engagements de M. Gohierre;

2° Est accordée, pour une durée de 75 ans, à M. Gohierre, ingénieur civil, 106, rue d'Amsterdam, avec la garantie financière de la Société générale de traction et d'électricité, la concession du tramway à voie de 1,44 m, qui doit relier Gonesse à la station de Villiers-le-Bel, en passant par ou près Arnouville, étant entendu que le département de Seine-et-Oise n'aura à fournir ni subvention, ni garantie d'intérêt d'aucune sorte;

3° M. le Préfet est autorisé à signer, au nom du département, le projet de convention ci-annexé;

4° M. le Préfet est prié de faire étudier une variante au tracé, de manière à le faire passer plus près du centre d'Arnouville;

5° Délégation est donnée à la Commission départementale pour adopter cette variante au cas où le service compétent le jugerait possible et pour statuer sur les suites que pourrait comporter l'affaire.

Vic-sur-Cère (Cantal). — *Éclairage* — Le Conseil municipal de Vic-sur-Cère est saisi d'une proposition d'éclairage électrique de la ville par M. Rougier, banquier à Mauriac, et entrepreneur de l'éclairage électrique des villes de Bort et de Riom-ès-Montagnes.

Nous espérons que le Conseil municipal de Vic ne voudra pas rester en arrière dans la voie du progrès et qu'il saisira avec empressement l'occasion qui se présente.

ÉTRANGER

Borsbeke (Belgique). — *Éclairage.* — Les Flandres vont avoir, dans quelques jours, un village entièrement éclairé à l'électricité; il s'agit d'une commune d'environ un millier d'habitants, Borsebeke, non loin de Sottegem, un pittoresque village en pleine campagne. Dans cette commune, qui semble loin de tout, se dressent depuis quelques jours les pylônes supportant et dirigeant les fils électriques dans les habitations des paysans, les estaminets et tous les établissements grands et petits.

Voici dans quelles conditions ce village sera éclairé : une Société coopérative a installé une grande laiterie qui marchera électriquement; la force motrice employée dans l'établissement servira — avec un subside de la commune — à l'éclairage de tout le village et moyennant 19 fr par an, les habitants seront éclairés à la lumière électrique.

Bristol. — *Traction électrique.* — La ligne de Bristol à Kingswood, qui a été inaugurée il y a un an, avec grande solennité, a obtenu un succès considérable et peut être regardée comme une nouvelle preuve de l'accueil excellent que le trolley reçoit du public lorsqu'il est convenablement installé.

Tandis qu'à Londres et dans un grand nombre de villes d'Europe, les habitants s'opposent énergiquement à l'emploi du trolley aérien; à Bristol, au contraire, où le système ne fonctionne que depuis une année à peine, la Compagnie propriétaire de la ligne est sollicitée de tous côtés pour augmenter son réseau, tellement l'opinion publique lui est est favorable.

Le nombre des voyageurs transportés et les bénéfices réalisés ont été très satisfaisants. La *Bristol Tramways and Carriage C°* est en train d'établir un raccordement jusqu'au faubourg d'Eastville.

Pour cette section, la station génératrice complémentaire est en voie de construction et se raccordera à la station centrale d'énergie de Saint-Georges dans Bristol. En plus de ce branchement, la Compagnie prépare actuellement un projet pour installer la traction électrique non seulement sur toutes celles de leurs lignes qui possèdent encore la traction animale, mais encore pour les autres districts en dehors des anciens réseaux. A cet effet, la Compagnie a jugé nécessaire de doubler son capital et d'émettre un nouvel emprunt de 250000 livres.

Il suffirait d'avoir en Angleterre un petit nombre de lignes aussi bien comprises pour donner une impulsion générale à la traction électrique; de tous côtés, il existe bien une foule de projets en préparation, mais la plupart d'entre eux seront encore longtemps avant d'être mis en pratique.

Corio (Italie). — *Inauguration de l'éclairage.* — Dotée depuis peu d'une magnifique station centrale, la ville de Corio inaugurait, il y a quelques jours, son nouvel éclairage. Grâce à l'initiative de M. Giuseppe Pioletti, le projet ayant pour but l'utilisation d'une chute voisine vient d'être mené à bonne fin, et la ville jouit d'un éclairage des plus modernes tout en étant des plus économiques.

Un canal de dérivation de la Malone, établi près de Ronchetti, fournit un débit d'eau de 250 litres par seconde qui est utilisé sous une chute de 10 m dans une turbine à réaction et à axe horizontal.

Une dynamo est couplée sur l'arbre de cette dernière. L'énergie électrique est amenée au moyen de 2 fils et sous la tension de 10000 volts à la station réceptrice de Corio. Dans la ville, près de 220 lampes à incandescence de 16 bougies sont déjà installées, ajoutons enfin que tout le matériel électrique a été fourni par la Compagnie Casa Heinstein et Garrone.

ERRATUM

Dans le n° 114, du 25 septembre dernier, page 415, colonne de droite, ligne 18, *au lieu de* « variétés d'intensité », *lire* « variations d'intensité ».

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

A L'EXPOSITION NATIONALE SUISSE DE GENÈVE, 1896

L'Exposition qui a lieu actuellement à Genève, commencée le 1er mai et devant se terminer le 18 octobre, comprend tous les produits de l'industrie et du sol suisses. L'électricité ainsi que la mécanique y jouent naturellement le premier rôle.

Le plan général de l'Exposition montre qu'elle se divise en quatre parties :

1° Le parc et le palais des Beaux-Arts;

2° La salle des Machines, le palais de l'Industrie, des Sciences et de l'Enseignement avec les boulevards, rues et places avoisinants;

3° Le palais et le parc de l'Agriculture avec le village Suisse;

4° Le parc de Plaisance.

Voyons de quelle manière la question de l'éclairage de ces différentes parties de l'Exposition a été résolue.

L'industrie électrique étant représentée en Suisse par quatre fabriques importantes, le comité central de l'Exposition avait eu premièrement la pensée de faire entreprendre l'éclairage à l'électricité de chacune des quatre parties par l'une de ces maisons en mettant à leur disposition la quantité nécessaire de courant alternatif diphasé à 2400 volts provenant de l'usine de Chèvres, située à quelques kilomètres de la ville et alimentée par les forces hydrauliques du Rhône.

Cette usine appartenant à la ville, le courant employé par l'Exposition est payé par celle-ci au taux modeste de 11 centimes le kilowatt-heure.

Chaque entrepreneur d'un lot d'éclairage pouvait, sous réserve de ratification par le comité central de l'Exposition, faire choix du mode d'éclairage qui lui convenait le mieux et utiliser comme il l'entendait le courant alternatif de l'usine de Chèvres à 2400 volts mis à sa disposition.

Malheureusement cette bonne idée n'a pu être mise à exécution, une des quatre maisons ayant renoncé à toute participation à l'Exposition et une seconde n'entreprenant pas d'installation d'éclairage intérieur. Pour ces raisons, la répartition a été circonscrite entre les deux autres maisons et la ville de Genève, parfaitement à même de concourir avantageusement, étant donnés ses services électriques et ses magasins très bien organisés.

Voici la répartition dans l'ordre d'importance des divers lots d'éclairage :

A la ville de Genève, le premier lot.

A la Société d'électricité Alioth de Münchenstein près Bâle, le second lot.

A la Compagnie de l'Industrie électrique de Genève, les troisième et quatrième lots.

I. *Éclairage de la Société d'électricité Alioth.* — Il fut décidé que les éclairages intérieurs seraient faits, moins celui de la halle des Machines, par lampes à incandescence; celui de la halle des Machines et des parties extérieures par lampes à arc.

Les installations d'éclairage qui ont été faites se divisent également en deux catégories, suivant qu'elles se rapportent à un éclairage de garde devant fonctionner toute la nuit, ou à un éclairage de fête ne devant fonctionner que dans les parties de l'Exposition ouvertes au public le soir et pendant le temps qu'il y est admis seulement.

L'éclairage par lampes à incandescence se retrouve dans ces deux catégories.

Les lampes à incandescence choisies sont de 16, 25, 32, 50 et 100 bougies, et à 240 volts. Elles proviennent de *The Zurich Incandescence Lamp Company* de Birmensdorf, près de Zurich. Elles sont alimentées par un des circuits du courant alternatif de Chèvres à 2400 volts; cette tension est abaissée à celle de 240 volts par deux transformateurs statiques de 16 kw chacun, placés en série, chacun d'eux ne donnant au secondaire que 120 volts. La Société d'électricité Alioth a choisi elle-même cette tension de 240 volts, pour faire application de ces lampes nouveau système, enfin pour pouvoir employer plus tard les mêmes transformateurs dans d'autres installations d'éclairage qu'elle a l'habitude de projeter uniformément pour une tension de 120 volts aux bornes des lampes, à moins que le client ne demande autre chose.

Disons en passant que tout le matériel d'éclairage est fourni par les divers entrepreneurs d'éclairage en location pour toute la durée de l'Exposition. Les devis ont été basés sur une série de prix comprenant les quatre points principaux : montage, valeur du matériel livré, valeur de la reprise du matériel payée par l'entrepreneur (tant pour 100 de la première), dépose. L'exploitation de l'éclairage donne lieu à un compte spécial dans le détail duquel nous n'avons pas à entrer ici.

Les circonstances dans lesquelles ces lampes à haut voltage ont été essayées ici ne permettent pas de juger de leur valeur industrielle. En effet, le courant fourni par l'usine de Chèvres, dont le fonctionnement a dû être hâté pour l'ouverture de l'Exposition, n'est pas d'une constance absolue; les lampes en question, surtout celles d'une forte intensité lumineuse (50 et 100 bougies), paraissent être très sensibles à ce régime de tension variable, plus sensibles que les lampes de tension moins élevée et leur mortalité, si l'on peut ainsi dire, est extrêmement élevée. La douille Edison paraît être moins robuste que celle à baïonnette, les courts-circuits s'y produisant plus facilement.

Tous les transformateurs et machines employés par la Société d'électricité Alioth pour son réseau d'éclairage se trouvent, ainsi que la boîte d'arrivée et de distribution dans la halle des Machines du courant diphasé à 2400 volts, sur l'emplacement de l'exposition de cette maison dans la même halle.

L'éclairage extérieur est assuré par 60 lampes à arc, celui de la halle des Machines par 40. Ces lampes sont à courant continu de 12 ampères, montées par séries de 4, soit 25 séries sur une différence de potentiel de 250 volts. La différence de potentiel de chacune des lampes variant de 42 à 45 volts, le rhéostat de réglage absorbe les volts restants. En outre du rhéostat, chaque série est pourvue d'un interrupteur unipolaire et de 2 coupe-circuit. Les lampes sont en shunt, de l'*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft*, Berlin. Malgré la nouveauté du couplage en série de 4, jamais un shunt n'a grillé et les séries ont toujours bien fonctionné, du moins en tant que les lampes étaient proprement entretenues et que les charbons étaient soigneusement remplacés.

Les lampes extérieures sont suspendues à des potences de bois, le point lumineux fixe se trouvant à une hauteur de 6,5 m au-dessus du sol. Dans la halle des Machines, composée de 12 fermes métalliques dont les deux extrêmes constituent les parois de fond, les lampes sont suspendues par 4 aux différentes fermes restantes. Toutes ces lampes, attachées à des câbles de chanvre de 16 mm de diamètre, roulant sur des poulies et munies de contre-poids, s'abaissent à volonté pour les besoins du service et les réparations. Le montage dans la halle des Machines a été assez long et passablement coûteux pour différentes raisons : en premier lieu, la nature métallique de la charpente, ainsi que sa hauteur, surtout dans la galerie centrale, n'ont pas facilité les choses; cette galerie centrale, abritant en plus un pont roulant, la parcourant dans le sens longitudinal et ne laissant que peu de place pour les lampes entre le tablier du pont et la toiture de la partie centrale du bâtiment; à cause de la présence de ce pont roulant, les conducteurs alimentant les lampes (câbles mous, à isolation supérieure, 5 mm diamètre de cuivre), ne peuvent pas pendre librement de la lampe au point d'attache; ils sont pourvus de contre-poids et roulent aussi sur des poulies.

Une question très intéressante est celle de la production du courant continu alimentant ces 25 séries de lampes à l'aide du courant diphasé à 2400 volts. Un problème semblable est résolu d'habitude comme suit : un moteur synchrone, mis en marche à l'aide de son excitatrice par du courant continu qu'on cherche à avoir à sa disposition pour cela, est alimenté par l'alternatif haute tension; il est accouplé par un joint élastique et isolant à une génératrice de courant continu de la tension nécessaire. La perte dans un groupe semblable en pleine charge est de 8 pour 100 environ pour chaque machine, soit 16 pour 100 au total.

La Société d'électricité Alioth produit du courant continu avec du courant alternatif simple ou polyphasé à l'aide d'une seule machine rotative pourvue d'un seul enroulement d'induit, plus des transformateurs statiques nécessaires, si l'alternatif est à haute tension et que le continu doive être à basse tension. La perte dans un groupe de ce genre n'est alors que d'environ 12 pour 100 à pleine charge. Une génératrice de courant continu produit dans son induit du courant alternatif qui est commuté par le collecteur, appelé quelquefois aussi pour cela commutateur (*commutator*, en anglais). Si dans cette même génératrice tournant à vide, on parvient à introduire dans l'induit des courants alternatifs produits ailleurs que dans cette machine, ils seront également commutés par son collecteur. A coïncidence de phases, le mouvement de la machine sera maintenu par l'action du champ d'excitation sur l'induit. C'est là le principe des machines appelées commutatrices par la maison Alioth. Ce sont donc des génératrices ordinaires de courant continu, pourvues de 2, 3 ou 4 bagues connectées convenablement à l'enroulement de l'induit, pour la réception du ou des courants alternatifs (2 bagues donnent du monophasé, 3 bagues du triphasé, 4 bagues du diphasé).

Il va de soi que des machines semblables sont réversibles, c'est-à-dire que, recevant au collecteur du courant continu, elles rendront aux bagues du ou des courants alternatifs. Entraînées par un moteur quelconque, elles produiront à volonté du continu ou du ou des courants alternatifs, ou tous ceux-ci simultanément. L'exposition Alioth présente une machine semblable de 12 kw, pourvue d'un côté de son induit d'un collecteur, de l'autre de 6 bagues; à l'aide d'une machine semblable entraînée par un moteur, on peut obtenir à la fois des courants continu, alternatifs, simples, di- et triphasés. La machine en question est du type dit « laboratoire ».

Au point de vue de la tension, une commutatrice présente cette particularité que celle au collecteur est toujours plus élevée que celle aux bagues. Le rapport de ces deux tensions est bien déterminé lorsque la courbe du courant alternatif affecte la forme d'une sinusoïde parfaite. Dans le cas du simple et du diphasé, la valeur de la tension au continu devient égale à la valeur du maximum de la sinusoïde, soit à l'amplitude. On a :

$$U \text{ alternatif} = \frac{\sqrt{2}}{2} \times U \text{ continu},$$

toujours pour une sinusoïde parfaite. Pour le triphasé, la formule devient

$$U \text{ alternatif} = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}} \times U \text{ continu}.$$

Une commutatrice ne transforme donc pas le courant, la tension du courant continu ou alternatif restant rigoureusement dépendante de la tension du courant alternatif ou continu, introduit dans la machine.

Nous avons admis, dans notre explication du fonctionnement de la commutatrice, qu'elle était déjà en mouvement à sa vitesse normale. Lorsqu'on a du courant continu à sa disposition, cette vitesse est atteinte facilement si l'on met la machine en mouvement comme un moteur à courant continu. Si ces conditions ne sont pas remplies, il faut faire démarrer la machine avec l'alternatif qu'on a à sa disposition. Le courant di- ou triphasé qu'on introduira dans l'induit, induira dans les masses métalliques (fer et cuivre) de l'excitation dont le circuit sera du reste

interrompu, de puissants courants de réaction, dits de Foucault, qui auront la forme d'un champ tournant dont le couple puissant fera démarrer l'induit en l'entraînant avec lui. Ces courants de réaction de l'induit sur les masses métalliques de l'excitation seront donc eux-mêmes alternatifs et leur fréquence sera d'autant plus élevée que la vitesse de l'induit sera plus éloignée de sa vitesse normale; à égalité de ces deux vitesses, la fréquence de ces courants sera nulle. Une série de lampes à incandescence, montées en parallèle sur l'excitation de la machine, rendront ces phénomènes très visibles; au commencement du démarrage elles brilleront d'un éclat intense, mais la fréquence diminuant au fur et à mesure de l'augmentation de vitesse, cette fréquence sera rendue sensible par une suite d'extinctions toujours plus longues. A égalité de vitesse les lampes ne brilleront plus du tout; la réaction sera donc nulle ou juste suffisante pour produire une self-excitation, s'il est permis de dire ainsi, nécessaire au maintien, au synchronisme du mouvement de la machine. Cette marche de la machine, à circuit d'excitation interrompu, exige un courant considérable dont la prise sur le réseau général entraîne un fort décalage de phases et un abaissement de tension pouvant atteindre jusqu'à 40 pour 100. On peut empêcher ceci par une disposition que nous indiquerons plus loin :

Remarquons en passant que, un minimum d'ampères par phase étant nécessaire au démarrage d'une machine de puissance donnée, l'énergie absorbée sera proportionnelle à la tension aux bornes des machines. Il est donc intéressant de noter ici que la Société d'électricité Alioth vient de faire avec succès des essais de transformateurs de mise en marche permettant d'employer à peu près la même puissance pour le démarrage d'une machine de 150 kw par exemple, devant produire 600 volts au collecteur, que pour celui d'une autre machine de même puissance ne devant produire que 120 volts au collecteur. Nous traiterons de ces appareils fonctionnant actuellement pour les services électriques de la ville de Genève, dans un article spécial.

La commutatrice ayant atteint sa vitesse de synchronisme, il est alors déjà possible de recueillir au collecteur du courant continu, au moins en quantité suffisante pour exciter la machine; c'est ce qu'on fait en fermant le circuit d'excitation branché sur ledit collecteur. On voit alors l'aiguille des ampèremètres de phases reculer pour atteindre une valeur très inférieure. On règle l'excitation à l'aide de son rhéostat, de façon à faire marquer aux ampèremètres un minimum. Dès ce moment il n'y a plus à toucher à l'excitation et si, par elle, on voulait arriver à régler la tension de la machine, on s'apercevrait bien vite que la chose est impossible, la tension du courant sortant ne dépendant que de la tension du courant entrant dans la machine. Pour une machine diphasée de 100 kw le courant qu'elle absorbait sous excitation était de 4 à 5 pour 100 de celui correspondant à sa charge normale (alternatif diphasé 185 volts, continu 250 volts).

C'est cette machine de 100 kilowatts qui alimente les lampes à courant continu de l'Exposition; le premier soir du fonctionnement du réseau, les connections furent établies normalement, soit pôle positif aux charbons positifs des lampes, etc. Le lendemain, la commutatrice montrait une polarité inverse et, le fait étant resté inexpliqué, il fallut également intervertir les connexions des lampes; mais deux jours plus tard la polarité avait de nouveau changé, mais l'explication était trouvée; en effet, la commutatrice entre en synchronisme pendant qu'elle est parcourue par du courant alternatif correspondant, ou bien à une première demi-période, ou bien à une seconde demi-période; elle prend alors au continu une certaine polarité dans un des cas, et une polarité inverse dans le second. Pour rester indépendant de ce changement de polarité, il faut ou bien introduire un commutateur bi-polaire au départ des câbles de la machine alimentant le réseau, ou bien introduire un plus petit commutateur unipolaire dans l'excitation, à l'aide duquel on changera le sens de l'excitation, soit la polarité de celle-ci et par suite celle de la machine.

(*A suivre.*) R. B. Ritter.

LA STATION CENTRALE D'ÉLECTRICITÉ DE NICE

Nice possède, depuis 1893, une station d'électricité qui alimente les principaux quartiers de la ville.

Cette station est exploitée par la Compagnie du gaz, qui a suivi attentivement tous les progrès faits, aussi bien dans l'éclairage au gaz qu'en l'électricité, et a profité des divers perfectionnements apportés à l'un et à l'autre de ces deux modes d'éclairage.

Au moment où l'installation fut décidée, la Compagnie du gaz se trouvait en présence de deux projets, étudiés par M. Alexandre Durandy, son ingénieur. Le premier prévoyait la station dans les bâtiments de l'usine à gaz, située à 2 km du centre de la ville, l'autre supposait la station au centre même de la ville, dans un local (Théâtre-Français) qui devenait disponible.

Les constructeurs avaient soumis à l'examen de la Compagnie différentes solutions pour chacun des deux projets.

Le premier projet (station à l'usine à gaz) ne permettait pas l'emploi d'un système de distribution à basse tension; on ne pouvait songer au système à deux conducteurs qui aurait conduit à des sections de câble énormes, le système à 3 fils donnait encore lieu à des dépenses trop considérables et l'on n'avait le choix qu'entre deux solutions :

1° Le courant alternatif avec transformateurs;

2° Le courant continu à 450 volts (système à 5 fils).

Le deuxième projet (station centrale au centre de la ville) permettait l'emploi du système à 3 fils.

L'emploi du courant alternatif présentait les inconvénients inhérents à ce système : danger de la haute tension, difficulté d'un réglage précis, fonctionnement moins parfait des lampes à arc, difficulté d'employer des accumulateurs dans les moments de faible charge.

Dans une ville de luxe comme Nice, il importait de réaliser les conditions de fonctionnement et de sécurité les plus parfaites, et le courant continu présentait à ce titre des avantages incontestables.

On se décida à la création d'une station en ville, à l'emploi du courant continu à 2×110 volts et à la pose d'une canalisation souterraine dans toute son étendue. Comme constructeurs on fit choix de la Société alsacienne de constructions mécaniques de Belfort, qui fut chargée de la construction de toutes les parties de l'installation.

USINE

Dispositions générales. — L'usine est située rue de l'Hôtel des Postes, à quelques mètres de l'avenue de la Gare. Elle est installée dans les bâtiments affectés anciennement au Théâtre-Français, et qui contient actuellement, outre l'usine électrique, les bureaux d'administration et les magasins de vente de la Compagnie du gaz.

Cette usine comprenait au début : 2 générateurs à vapeur de 226 m² de surface de chauffe, 3 ensembles électriques de 175 chevaux effectifs et une batterie d'accumulateurs de 600 ampères-heures; 1 chaudière et 1 ensemble électrique de 300 chevaux effectifs ont été installés depuis et la puissance disponible dans l'usine a été ainsi portée à 850 chevaux environ.

Les figures 1 et 2 représentent le plan d'ensemble de l'usine et son aspect général.

Le sol de la salle des machines est au niveau de la rue, celui de la salle des chaudières est au contraire en contre-bas de 2 m environ, au niveau de la cour qui se trouve derrière l'usine.

La disposition des chaudières en contre-bas des machines a l'avantage d'éviter des entraînements d'eau, leur position en contre-bas de la rue facilite l'arrivée du charbon, et leur situation au niveau de la cour permet l'enlèvement facile des restes de la combustion.

Chaudières. — Les chaudières sont du type multitubulaire et ont une surface de chauffe de 225 m²; elles sont au nombre de 3 et sont timbrées à 8 kg : cm².

Elles sont disposées de façon à permettre le nettoyage des tubes au moyen d'un jet de vapeur.

Elles sont chauffées entièrement au coke provenant de l'usine à gaz et alimentées par l'eau prise sur les conduites de la ville. Les carnaux de ces chaudières viennent aboutir à une cheminée de 40 m placée dans l'angle de la salle des machines; une seconde cheminée sera installée dans l'angle opposé lorsque l'usine sera complétée.

Tuyauterie. — La tuyauterie d'arrivée de vapeur forme une boucle fermée sur laquelle sont branchées toutes les chaudières de toutes les machines; elle est munie d'une série de valves qui permettent d'isoler à volonté chaque élément ou de chaudière ou de machine. Cette disposition a le grand avantage de ne pas arrêter toute l'usine lorsqu'un accident se produit dans une partie quelconque de l'ensemble.

La tuyauterie est en tôle d'acier rivée; elle a un diamètre intérieur de 200 mm. A l'arrivée de la tuyauterie dans la salle des machines, elle est munie de deux sacs à eau avec purgeurs automatiques qui renvoient l'eau condensée dans la tuyauterie aux bâches d'alimentation disposées dans la salle des chaudières.

Les tuyaux qui raccordent les chaudières et les machines à cette tuyauterie sont en cuivre; les tuyaux d'échappement placés dans le sous-sol sont en fonte.

Ensembles électriques de 175 chevaux. — Ces ensembles sont composés d'une machine à vapeur compound faisant 220 tours par minute, pouvant développer normalement 175 chevaux et pouvant en produire accidentellement 200. Les dimensions sont les suivantes :

Diamètre du petit cylindre	33 cm.
— grand cylindre.	48 —
Course du piston	38 —

La distribution se fait par tiroir équilibré.

Ces machines fonctionnent, quant à présent, sans condensation, mais sont disposées pour marcher à condensation; leur puissance se trouverait alors augmentée dans une proportion notable, mais le prix élevé de l'eau n'a pas permis jusqu'à présent de réaliser la marche à condensation.

Les dynamos sont du type à pôles intérieurs sans collecteur; elles sont directement assemblées au bâti de la machine; l'inducteur est boulonné contre le socle et l'induit vient directement se caler sur l'arbre moteur (fig. 3).

Les dynamos sont à 4 pôles; elles sont construites pour produire normalement 250 volts et 450 ampères; elles peuvent être poussées sans inconvénient à 525 ampères et ne présentent, même sous cette charge, aucune trace d'étincelles aux balais. L'isolement de ces machines est extrêmement élevé; en effet, les conducteurs sont isolés des tôles, les tôles des bras qui les supportent et les bras eux-mêmes de l'étoile en fonte à laquelle ils sont fixés. On obtient ainsi 3 isolations disposées en tension, de sorte qu'une terre aux dynamos peut être considérée comme impossible.

La marche de ces ensembles est absolument silencieuse, les dynamos fonctionnent sans aucune étincelle aux balais et ne présentent aucune usure appréciable dans aucune de leurs parties.

Ensemble Corliss de 300 chevaux. — La production de courant ayant rapidement augmenté dès la première année, l'installation d'un ensemble de 300 chevaux fut décidé. Cet ensemble étant destiné à faire la plus grande partie du service, on se préoccupa de choisir un type donnant toutes les garanties de bonne marche et d'éco-

nomie. On écarta de prime abord l'idée d'installer des dynamos commandées par courroie qui auraient occupé un espace considérable et n'auraient pu assurer un rendement aussi élevé que les dynamos accouplées directement. Le choix se porta sur un ensemble de la Société alsacienne composé d'une machine Corliss à 1 cylindre conduisant une dynamo de 200000 watts à la vitesse de 70 à 75 tours par minute.

La dynamo est, comme celle de 110000 watts, du type à pôles intérieurs sans collecteur; eu égard à sa faible vitesse, cette machine présente des dimensions assez considérables; l'induit a 2,50 m de diamètre, le porte-balais mesure près de 3 m de diamètre.

Le fonctionnement de la dynamo est remarquable au point de vue du décalage; pendant les essais de réception, la machine fut poussée à 250000 watts (250 volts 1000 ampères); à ce moment, le plomb, qui n'était établi que pour 800, vint à fondre; on constata que le passage de la surcharge à la charge zéro n'exigeait aucun décalage et que les balais occupaient pratiquement la même position, que la machine marche à vide ou qu'elle produise 250000 watts.

Ce résultat est important pour des machines destinées à marcher en quantité, parce que la nécessité de décaler les balais expose à de fausses manœuvres qui peuvent produire un renversement, dans la dynamo que l'on

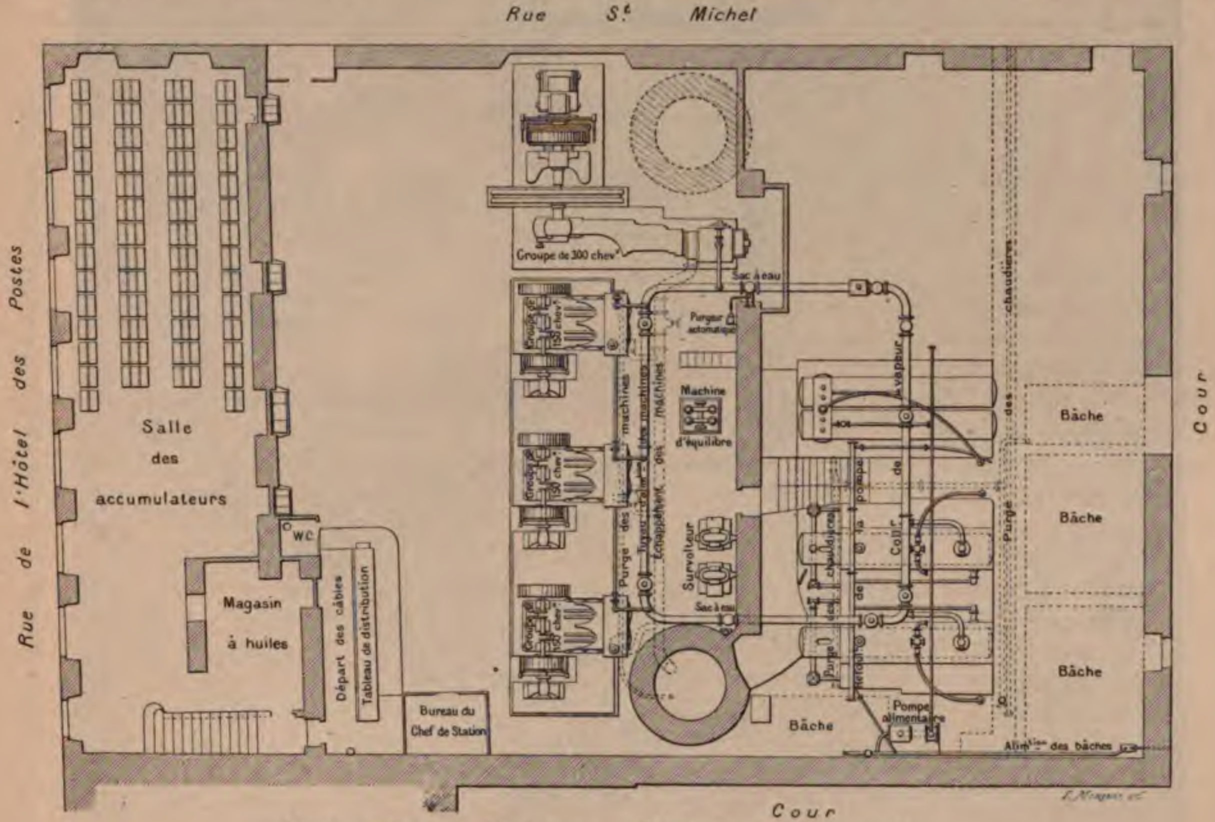


Fig. 1. — Plan d'ensemble de l'usine. — Échelle : 4 millimètres par mètre.

manœuvre, du courant produit par les autres machines. A ce point de vue, il est désirable de supprimer le plus possible la nécessité du décalage.

Toutes les dynamos ont leurs inducteurs enroulés en dérivation; leurs induits sont, en principe, enroulés en anneau Gramme, mais l'enroulement ne comprend aucun fil; il est entièrement composé de barres en cuivre soudées bout à bout, de façon à former une spirale continue dont chaque spire est isolée de sa voisine par une matière isolante d'une composition spéciale. On arrive ainsi à réaliser une construction très robuste au point de vue mécanique et très satisfaisante au point de vue électrique. En effet, c'est sur les barres formant les spires que les bobines viennent recueillir le courant et, comme il n'existe entre les deux lames qu'une tension extrêmement faible (environ 1,2 volt), la self-induction dans les spires est extrêmement faible et les balais recueillent le courant sans aucune production d'étincelles.

On sait qu'une difficulté dans les machines à marche lente est la réalisation d'un bon rendement; dans les machines de Nice, même dans celle qui marche à 70 tours seulement, les rendements sont au moins aussi élevés que dans n'importe quelle dynamo à grande vitesse. Des essais faits sur une machine analogue à celle de Nice ont donné les résultats suivants :

Puissance normale	200 000	watts.
Excitation	5 200	—
Pertes par RI^2	3 740	—
Pertes par hystérésis et courants de Foucault	7 830	—
Rendement électrique	95	pour 100.
— industriel	92	—

MODE DE DISTRIBUTION

Disposition du système à 3 fils. — Toutes les dynamos sont reliées au tableau à l'aide de câbles sous plomb à haute isolation.

Dans le système à 3 fils on fait généralement usage de 2 dynamos de 110 volts par moteur; les deux dynamos d'un même groupe sont en tension et les différents groupes sont en quantité.

Cette disposition augmente considérablement le nombre des dynamos, des rhéostats de champ, des appareils de manœuvre et de contrôle. On a préféré parfois, pour éviter cette complication, employer une seule dynamo de 110 volts par machine et mettre en tension deux groupes; mais cette disposition a un autre inconvénient : il est nécessaire de marcher toujours avec deux groupes même lorsque l'usine travaille à très faible charge, on a dès lors deux moteurs séparés à surveiller.

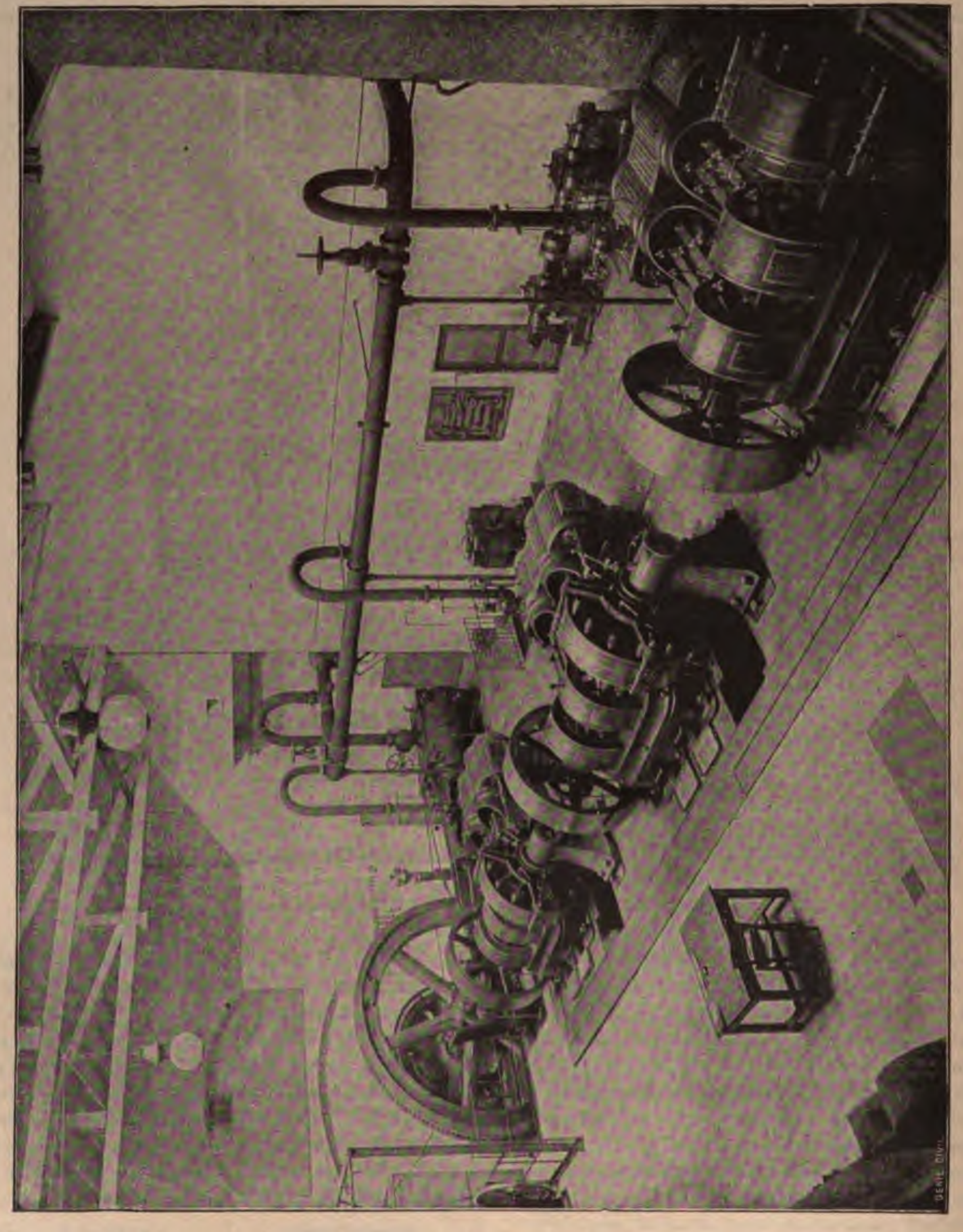


Fig. 2. — Vue intérieure de la salle des machines de la station centrale d'électricité de Nice.

A Nice on a préféré établir les dynamos pour 220 volts et faire l'équilibre des deux ponts par des appareils

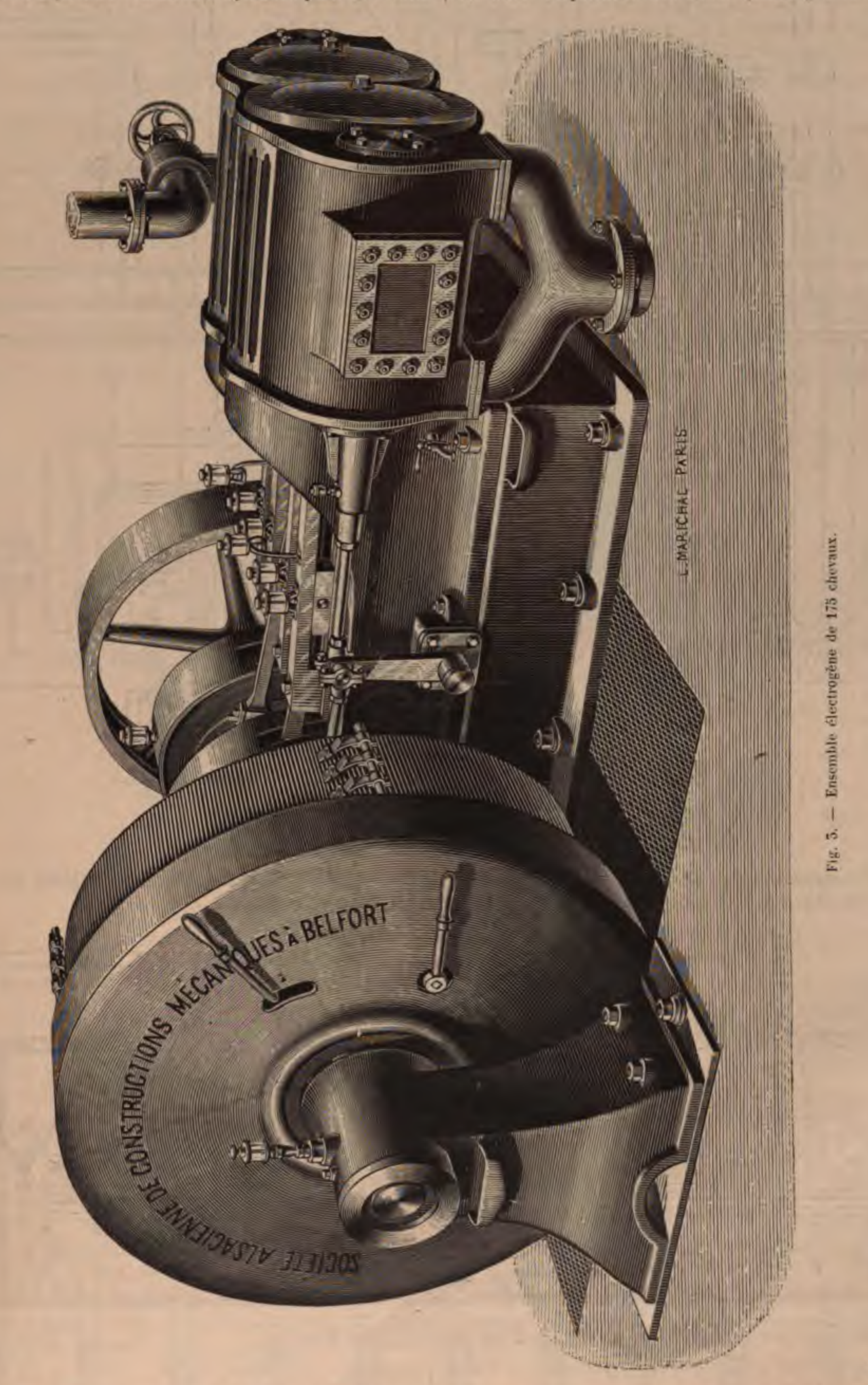


Fig. 3. — Ensemble électrogène de 175 chevaux.

secondaires. Cet équilibre est d'ailleurs facile à réaliser dans les distributions à 3 fils établies avec quelque soin et les appareils d'équilibre n'ont qu'un travail peu important à faire.

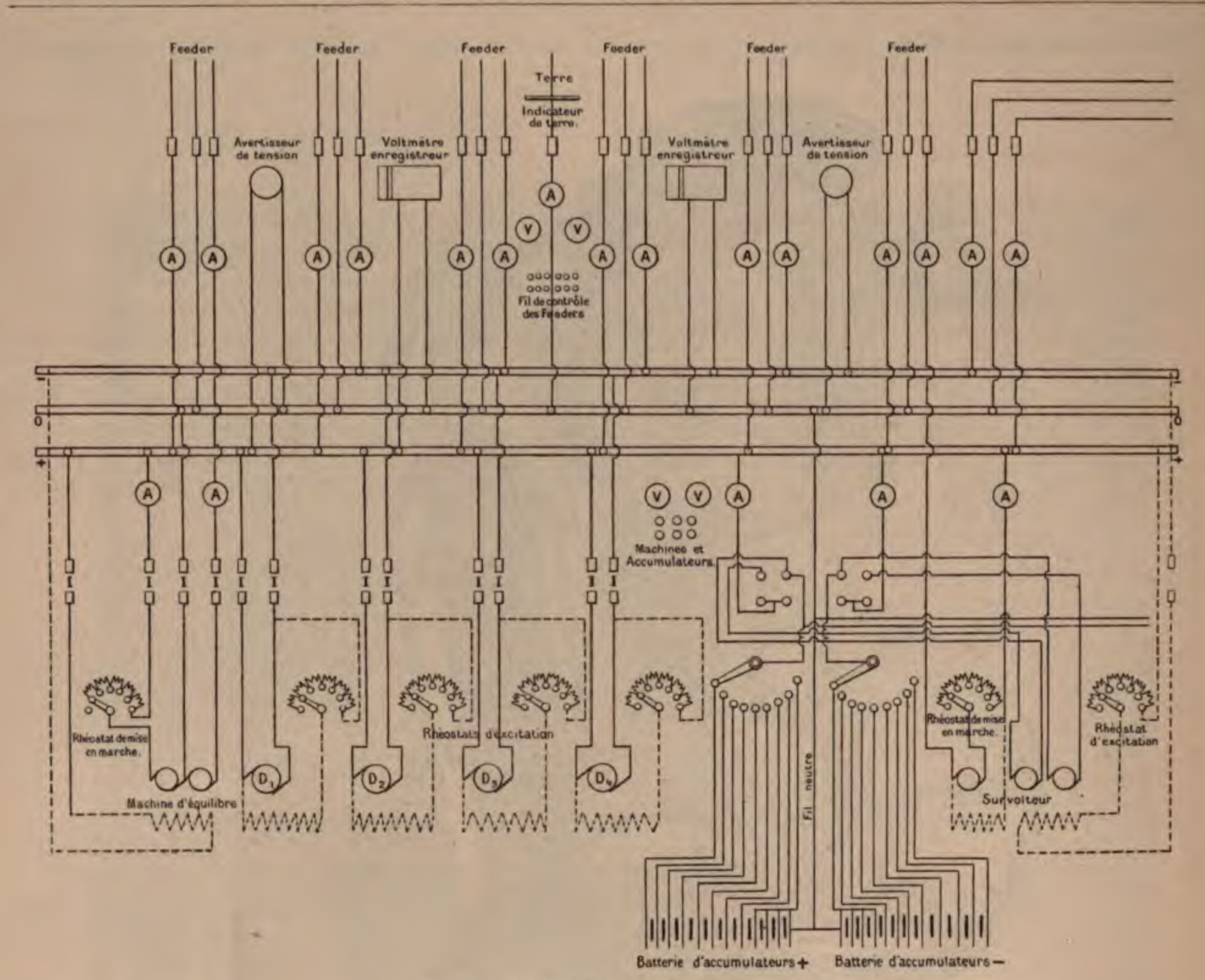


Fig. 4. — Schéma du tableau de distribution.

Schéma de l'installation. — Ces principes arrêtés, l'installation est établie d'après le schéma (fig. 4) et qu'il est facile de suivre dans ses détails. Ce tableau est représenté d'ensemble figure 5.

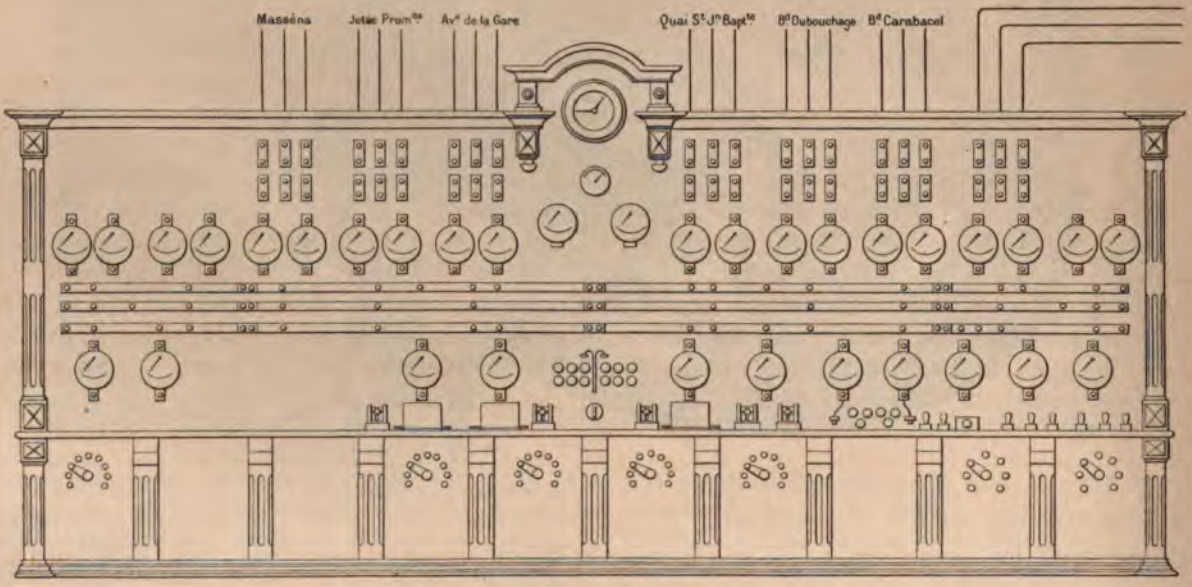


Fig. 5. — Tableau de distribution.

Toutes les sources du courant sont accouplées en quantité sur les deux rails principaux et produisent le courant à une tension variant de 220 à 250 volts, suivant la charge.

Un troisième rail est relié aux appareils d'équilibre. Des trois rails partent des feeders qui vont alimenter les différentes boites de distribution dans lesquelles sont branchés les câbles qui alimentent les installations particulières et publiques.

Accessoires des dynamos. — Le courant produit par les dynamos arrive aux rails au travers des appareils suivants : un interrupteur à inversion de courant; un interrupteur à manette; un ampèremètre.

Il y a aussi un interrupteur sur chaque pôle, de telle façon que l'on peut isoler complètement chaque dynamo du restant de l'installation. L'interrupteur automatique remplit une fonction particulière, et il est intéressant de signaler sa construction et son fonctionnement.

Lorsque plusieurs dynamos travaillent en quantité entre elles ou avec des accumulateurs, il peut arriver que la tension de l'une des sources de courant se réduise pour une raison ou pour une autre. Dans une dynamo cela peut se produire à la suite d'un ralentissement du moteur à vapeur, d'un décalage plus que normal, d'une rupture de l'excitation, d'un changement de polarité accidentel, comme il a été observé à différentes reprises.

Dans un cas pareil, les autres sources de courant déversent leur courant dans celle dont la tension a diminué, et, si la diminution est importante, il peut en résulter un appel de courant considérable pouvant donner lieu à de graves accidents. Il importe donc de couper la communication entre la source en question et les rails avant que le courant inverse n'atteigne une intensité importante.

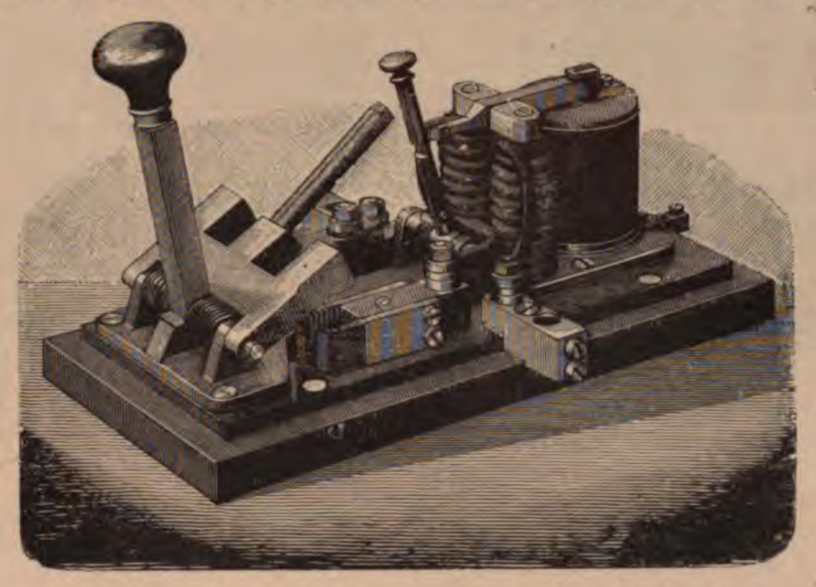


Fig. 6. — Interrupteur automatique rompant le courant lorsqu'il est inversé.

On s'est parfois borné à installer un interrupteur automatique à minima, c'est-à-dire un appareil qui coupe la communication lorsque le courant débité (dans le sens normal) s'approche de zéro; mais cette solution est insuffisante. Le renversement est parfois si brusque que ces appareils n'ont pas le temps de déclancher et restent fermés sous l'influence du courant inverse; puis il est impossible de coupler une machine sans lui faire produire, au moment du couplage, un débit suffisant pour tenir l'appareil automatique fermé, et enfin cet appareil à minima déclanchera d'une façon inopportune toutes les fois que le débit de la machine, par l'extinction des lampes par exemple, s'approchera de zéro.

L'interrupteur que la Société alsacienne construit spécialement pour les sources de courant accouplées en quantité, évite tous ces inconvénients, car il n'interrompt le courant que lorsqu'il a passé par zéro et ***a déjà une légère valeur inverse*** (fig. 6).

Un interrupteur placé à l'avant de l'appareil tend à s'ouvrir sous l'action d'un ressort à boudin; un déclanchement qui retient cet interrupteur est lui-même retenu fermé par une languette en acier pivotant autour d'un axe et poussé légèrement par un ressort vers la droite (position dans laquelle le déclanchement est fermé) de façon à maintenir sa position tant qu'elle n'est pas sollicitée par une action magnétique. L'axe autour duquel pivote la languette est formé par un noyau en acier qui traverse une bobine à fil fin; cette bobine est excitée par les rails et donne, par conséquent, à la languette une polarité qui est toujours la même.

La languette est placée entre les deux pôles d'un électro à gros fil qui, lui, est traversé par le courant principal.

L'enroulement de cet électro est tel que, lorsque le courant venant de la dynamo a le sens qu'il doit avoir, le pôle de gauche repousse et le pôle de droite attire la

languette. Il en résulte que l'action du courant circulant dans le bon sens s'ajoute à l'action du petit ressort pour maintenir fermé le déclanchement.

Supposons maintenant que le courant, par suite d'un arrêt ou d'un ralentissement de la dynamo, change de sens. La polarité de la languette restera la même parce que la bobine qui la polarise est en dérivation sur les rails; la polarité de l'électro sera, au contraire, inversée et la languette sera repoussée par le pôle de droite, attirée par celui de gauche; elle se déplacera vers la gauche et ouvrira le déclanchement qui ouvrira à son tour l'interrupteur.

Ces appareils fonctionnent avec une grande précision, et l'action qui tend au déclanchement devient d'autant plus énergique que le courant inverse est plus important. Il n'est donc pas possible que l'appareil reste fermé si le courant est subitement renversé.

Au moment du couplage, on commence par fermer l'interrupteur automatique qui se maintient dans cette position tant qu'aucun courant ne le traverse. On amène alors la dynamo que l'on veut mettre sur les rails à la tension que les rails ont eux-mêmes. Lorsque la concordance existe à peu près, on ferme l'interrupteur à manette et la dynamo est alors en quantité avec celles qui travail-

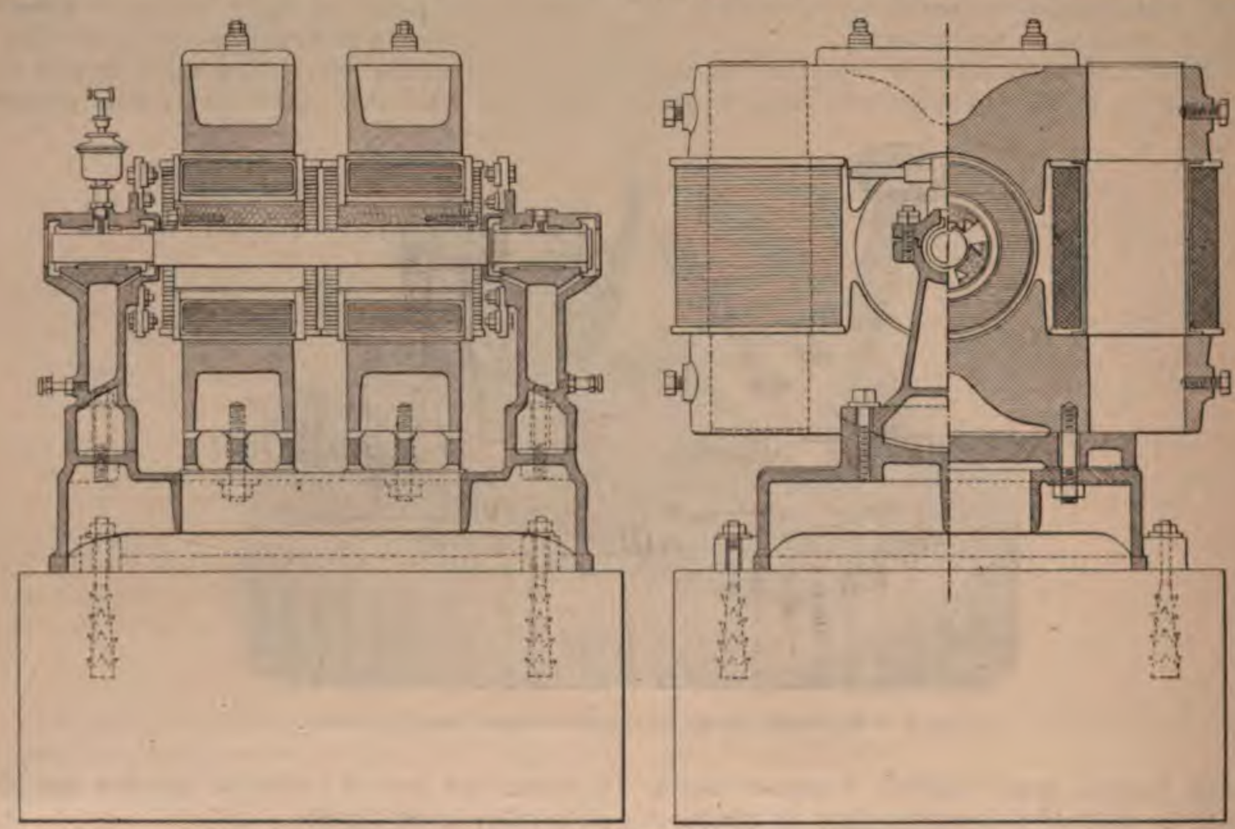


Fig. 7. — Machine d'équilibre, système à trois fils.

lent déjà sur les rails. Si sa tension est trop basse, l'interrupteur automatique déclanche dès qu'on ferme l'interrupteur à manette, et on est ainsi assuré de ne pas faire de fausses manœuvres. La sécurité est la même pendant le fonctionnement.

Les accessoires des dynamos sont complétés par un rhéostat de champ dont le commutateur est placé sur l'avant, la résistance sur l'arrière du tableau.

Appareil d'équilibre. — Le courant étant produit à 220 volts et utilisé à 110, il est nécessaire d'obtenir que la tension reste toujours égale dans les deux branches (dans les deux ponts) du système à trois fils. Ce résultat est réalisé sans dispositions spéciales tant que le nombre de lampes allumées dans les deux branches est le même; mais, lorsque cela n'est pas le cas, il faut avoir recours à des appareils spéciaux, à une machine d'équilibre par exemple.

Cette machine se compose de deux induits pareils placés dans deux champs magnétiques de même puissance; les induits sont calés sur un même arbre et produisent naturellement la même tension.

Supposons maintenant que la tension vienne à diminuer dans une des branches et à augmenter par suite dans l'autre; supposons par exemple qu'il-y ait 105 volts d'un côté, 115 de l'autre.

Les induits continuent à tourner à la même vitesse et auront tous deux une force électromotrice de 110 volts. Il en résulte que l'induit qui est en communication avec le côté 115 volts va recevoir du courant, tandis que l'autre qui est en communication avec un circuit ayant seulement 105 volts fournira du courant. En d'autres

termes, le premier induit agira comme réceptrice et le second comme génératrice; la machine d'équilibre prend donc, si l'on peut s'exprimer ainsi, du courant du côté où les lampes sont en nombre inférieur pour le déverser du côté où il y en a le plus.

En réalité, une différence de 10 volts ne peut jamais se présenter, car l'appareil maintient une tension pratiquement invariable entre les deux points et il est difficile de constater la moindre différence.

Si l'on recherche les conditions qui sont nécessaires pour réaliser cet excellent réglage, on trouvera qu'il importe de faire usage pour la machine d'équilibre d'induits présentant une très faible résistance. Cette condition est fort bien réalisée dans la machine d'équilibre installée à Nice; les induits de cette machine sont des anneaux Gramme sans collecteurs, dont l'enroulement est constitué par des barres de cuivre sur lesquelles le courant est recueilli directement par les balais, comme cela est le cas dans les grandes dynamos de l'usine. En fait, la

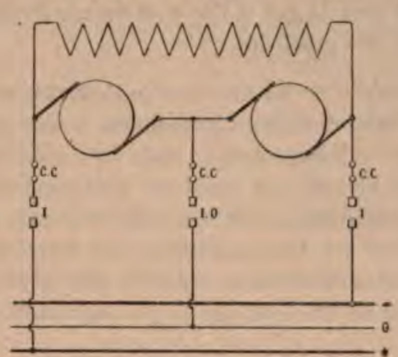


Fig. 8. — Schéma de la machine d'équilibre.

résistance de chaque induit n'est que de 0,007 ohm et avec une charge de 100 ampères la perte par résistance d'induit n'est que de 0,7 volt (fig. 7).

La construction particulière de ces induits a aussi cet avantage de réaliser une marche sans étincelles aux balais

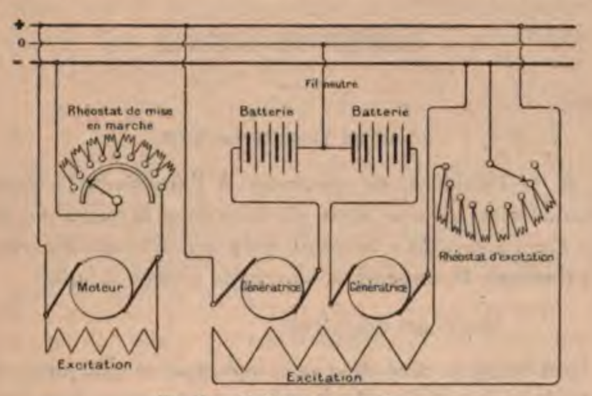


Fig. 9. — Schéma du survolteur.

même sous des charges très variables. Cette propriété est réalisée à tel point que les constructeurs ont renoncé à la possibilité de décaler les balais, qui sont fixés à demeure aux paliers de la machine.

Le schéma du montage de la machine d'équilibre (fig. 8) fait voir comment sont disposés les accessoires employés pour la mise en marche. On remarquera qu'il est nécessaire de ne fermer l'interrupteur O que lorsque les deux induits ont pris leur vitesse normale qui leur est donnée graduellement par la manœuvre du rhéostat de mise en marche.

Dans la pratique il n'est pas nécessaire d'avoir la machine d'équilibre constamment en marche; M. Durandy a réalisé un équilibrage assez intéressant en disposant les lampes de la station sur plusieurs circuits qui peuvent se brancher chacun, à l'aide d'un commutateur, sur l'un ou l'autre pont du trois fils.

En outre l'usine dispose d'une batterie d'accumulateurs qui permet, elle aussi, de faire l'équilibre des ponts. A ce point de vue, la station de Nice est donc largement pourvue. La figure 9 montre le couplage du survolteur servant à la charge des accumulateurs.

CANALISATION

Ainsi que nous l'avons dit, la distribution se fait par un certain nombre de feeders; ces feeders conduisent le courant à une série de boîtes de distribution dans lesquelles on maintient une tension constante.

La perte dans ces feeders varie de 0 à 10 pour 100.

De chaque boîte de distribution partent une série de lignes de distribution qui alimentent les abonnés; la perte dans ces lignes n'est au maximum (avec toutes les lampes allumées) que de 2 pour 100 environ. Comme la tension est maintenue constante dans les boîtes de distribution et comme la perte est très faible dans les lignes de distribution, la tension chez les abonnés ne saurait varier d'une façon sensible et, de fait, l'éclairage obtenu est d'une fixité remarquable.

La tension qui règne dans les boîtes est contrôlée depuis la station à l'aide de fils de contrôle qui sont logés dans le câble principal; ces fils sont isolés des autres fils constituant la section du câble et sont reliés d'une part aux barres de la boîte, d'autre part aux voltmètres de la station. On peut ainsi contrôler à tout instant la tension qui existe aux barres de la boîte.

Lorsque la charge des différents feeders est proportionnellement la même, la perte de tension est la même dans tous et, dans cette hypothèse, la tension étant la même au départ de l'usine, est la même à l'arrivée dans les boîtes. Cette condition ne peut être exactement remplie, mais on a eu soin de recourir à une autre précaution. Les câbles de distribution appartenant aux différentes boîtes sont, autant que possible, raccordés entre eux de façon à relier les différentes boîtes. Grâce à cette disposition, un feeder ne perd pas de charges beaucoup plus importantes que les voisins, car la boîte qu'il alimente reçoit du courant des autres aussitôt que sa tension se réduit par la charge que conduit son feeder.

Dans ces conditions on a pu se dispenser d'opérer un réglage spécial dans chaque feeder.

La canalisation comprend actuellement 8 km de câbles,

Câbles. — On a employé exclusivement des câbles sous plomb à isolation fibreuse avec armature en bandes d'acier. La figure 4 permet de reconnaître la construction de ce câble, qui est composé de la façon suivante :

1° Une âme en cuivre qui est formée de 1 à 49 brins suivant la section; 2° d'une enveloppe en jute imprégné de matières présentant une capacité isolante très considérable; 3° d'une enveloppe en plomb étiré à froid autour du câble de façon à former un tube continu sans aucun joint; cet étirage se fait sous des pressions variant de 200 à 500 atmosphères; 4° d'une enveloppe en jute asphalté; 5° d'un double blindage en bandes d'acier; 6° d'une enveloppe en jute asphalté.

Le câble ainsi composé présente toutes les garanties de bonne conservation; le procédé employé pour obtenir l'enveloppe en plomb est particulièrement intéressant et assure une étanchéité parfaite qui soustrait l'isolant à toute action extérieure. Quant au blindage, il met le câble à l'abri de toutes les détériorations par des chocs ou autres effets auxquels il peut être soumis.

Ces câbles peuvent donc être placés dans le sol sans autre protection. Au début de leur fabrication, on avait combattu leur emploi; mais, à l'heure qu'il est, leurs qualités ont été suffisamment reconnues, et la plupart des distributions d'électricité de nos grandes villes ont adopté ce système.

Les joints entre les différents câbles sont obtenus à l'aide de manchons ou de boîtes. Les manchons se composent de deux coquilles en fonte réunies par des boulons d'assemblage, la coquille supérieure porte un bouchon. Les câbles sont dépouillés de leur enveloppe protectrice et assemblés sans soudure à l'aide de fortes pinces en bronze; les coquilles sont ensuite placées autour de ce joint et une matière spéciale introduite par le bouchon de la coquille supérieure vient remplir complètement l'intérieur du manchon; cette matière entoure les deux extrémités du câble et empêche tout contact de l'isolant avec l'extérieur.

Dans les manchons on ne peut défaire une connexion qu'en dépouillant le câble de la matière isolante qui a été coulée autour. Dans les boîtes on se réserve la faculté de séparer les câbles qui y aboutissent par des prises de contact disposées à l'intérieur dans une chambre hermétique. Généralement les pièces du raccord forment en même temps coupe-circuit et sont alors constituées par une lame d'un alliage présentant une température de fusion assez réduite.

L'isolement obtenu avec ce système de canalisation est extrêmement élevé; la Société alsacienne avait garanti par kilomètre de câble posé, un isolement de 1500 mégohms et cette garantie a été largement atteinte.

ÉCLAIRAGE PUBLIC

La ville de Nice a fait installer dans les rues principales une soixantaine de lampes à arc de 10 et de 15 ampères.

Le type de lampe employé est un modèle à foyer fixe construit par la Société alsacienne et qui présente cet avantage de pouvoir fonctionner à une intensité quelconque. Le réglage est obtenu uniquement par un électro à fil fin placé en dérivation sur l'arc; cet électro n'étant pas traversé par le courant principal, l'intensité de la lampe ne dépend que de la valeur de la résistance complémentaire, et il suffit de faire varier cette résistance pour modifier l'intensité lumineuse de la lampe. Les résistances sont disposées avec les interrupteurs et coupe-circuits dans l'intérieur des candélabres.

Les lampes sont branchées deux par deux sur 110 volts et les branchements qui les alimentent sont pris sur les lignes de distribution qui alimentent les particuliers.

L'éclairage par arc ne fonctionne que jusqu'à une heure du matin; à partir de ce moment il est remplacé par le gaz, et on a utilisé les candélabres de l'éclairage électrique pour les lanternes à gaz.

Chaque candélabre porte au sommet la lampe à arc, sur les côtés 2 becs de gaz et l'on a su donner à cet ensemble une forme très gracieuse.

Exploitation. — Le prix de l'hectowatt-heure est fixé pour les particuliers à 12,5 centimes, la ville paie 8 centimes pour l'éclairage public, mais les frais d'entretien et de renouvellement des charbons sont compris dans ce prix. Si l'installation a été bien établie, il est juste de dire aussi qu'elle est bien conduite; son fonctionnement a toujours été irréprochable et fait le plus grand honneur à M. Alexandre Durandy qui dirige l'exploitation.

A. S.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 21 septembre 1896.

M. le Président, en annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Fizeau*, décédé à Venteuil, près la Ferté-sous-Jouarre, le vendredi 18 septembre, s'exprime comme il suit :

Mes chers Confrères,

Les deuils se succèdent avec une rapidité effrayante; à son tour la section de Physique est frappée dans son doyen : M. Fizeau a succombé vendredi dernier au mal cruel qui le retenait loin de nous.

Malgré sa modestie et sa réserve, notre Confrère tenait une grande place dans l'Académie et sa mort laisse un vide qui se fera longtemps sentir.

L'éclat de ses travaux, la droiture et la fermeté

antiques de son caractère, le respect qu'il professait pour les traditions glorieuses de l'Académie, donnaient à ses jugements et à ses conseils une autorité incontestée.

Disciple d'Arago, dont il demeura toute sa vie l'admirateur enthousiaste, il reçut de ce grand maître ses premières inspirations, semences précieuses qui donnèrent une si riche moisson dans sa collaboration féconde avec Léon Foucault.

Mais les travaux qu'il accomplit seul témoignent d'une puissance et d'une originalité exceptionnelles.

Quelle hardiesse ne fallait-il pas, en effet, pour oser mesurer sur un espace de quelques kilomètres cette vitesse de la lumière que les astronomes obtenaient à grand'peine sur l'immense trajet à travers les espaces célestes! Quelle audace pour oser déterminer sur quelques décimètres de longueur l'entraînement imperceptible des ondes lumineuses par un milieu en mouvement!

Ces résultats incroyables, M. Fizeau les obtient avec des dispositifs d'une simplicité inattendue. Il découvre dans l'Optique des ressources merveilleuses pour étreindre à volonté ou l'infiniment petit ou l'infiniment grand, car les ondulations de la lumière lui fournissent aussi bien la dilatation d'un mince cristal que la vitesse radiale des étoiles séparées de nous par des millions de fois la distance au Soleil!

Et dans tout cela, il n'y a pas seulement d'admirables expériences : les travaux de M. Fizeau ont toujours, dans leurs conséquences théoriques, une haute portée; Arago l'avait pressenti.

Au sortir d'une séance de l'Académie, où notre regretté Confrère, tout jeune encore, venait de lire un de ses premiers Mémoires, l'illustre astronome ne craignit pas de dire : « Fizeau nous rendra Fresnel ». Dans la bouche d'Arago, qui avait deviné sous le modeste ingénieur le fondateur de l'Optique moderne, ce n'était pas une parole banale. Cette fois encore sa clairvoyance fut parfaite et sa prédiction se réalisa, car nul physicien n'a plus contribué que M. Fizeau à préciser et à étendre l'œuvre de Fresnel, dans les conceptions les plus délicates relatives aux phénomènes lumineux.

Aussi, demain, en allant, au nom de l'Académie, porter sur la tombe d'un Confrère vénéré le tribut de nos regrets, nous y joindrons l'hommage d'admiration réservé à la Mémoire de ces claires et puissantes intelligences qui demeurent à jamais les guides de l'esprit humain.

Sur la proposition de M. le Président, la séance est levée en signe de deuil.

Séance du 30 septembre 1896.

Sur un spectre des rayons cathodiques. — Note de M. Birkeland. (*Extrait.*) — J'ai décrit, dans le recueil norvégien *Elektroteknisk Tidsskrift* (1), quelques expériences sur les rayons cathodiques qui montrent que la cathode, dans un tube de décharge, émet divers groupes de rayons d'espèces différentes se comportant entre eux d'une manière analogue, au point de vue extérieur, aux divers tons émis par une corde vibrante.

Je me suis occupé dernièrement de séparer l'un de l'autre, d'une manière plus simple, tous ces groupes de rayons cathodiques émis simultanément par une même cathode, en profitant pour cela de ce qu'ils sont tous différemment déviés par des forces magnétiques.

Quand le tube de décharge fonctionne en même temps que les aimants, on voit ordinairement sur la paroi sphérique du tube tout un spectre de lignes diffuses ou bandes jaunes plus ou moins éloignées de la ligne jaune primitive.

Pour pouvoir étudier l'influence de l'intensité du courant de la décharge sur le spectre, j'ai introduit, dans le circuit primaire de la grande bobine de Ruhmkorff employée, un rhéostat permettant de faire varier le courant primaire d'une manière continue entre 2 et 21 ampères.

On observe d'abord ce fait remarquable, que les bandes consécutives du spectre paraissent *subitement* l'une après l'autre quand le courant primaire croît.

Les différentes bandes sont formées probablement d'une ou plusieurs raies en mouvement. En tout cas, il est sûr que la première bande consiste en une raie animée d'un mouvement oscillatoire perpendiculaire à sa longueur. En augmentant le courant primaire, les oscillations diminuent, de sorte qu'avec un courant de 7,5 ampères, la bande est devenue une raie d'une netteté parfaite et d'une grande intensité.

Si l'on fait marcher avec la main l'interrupteur à mercure employé, on distingue plus clairement les lignes des différentes bandes et l'on voit aussi qu'elles changent un peu de place d'une décharge à l'autre. Mais même avec une seule décharge, les lignes sont encore oscillantes.

Quand le courant primaire augmente d'une manière continue, la déviation magnétique de toutes les bandes diminue également, et cela de manière à les rapprocher les unes des autres.

Quand la pression dans le tube diminue, le courant primaire restant constant, la déviation magnétique des rayons cathodiques diminue aussi d'une manière continue, d'abord vite, plus tard lentement, comme vers une limite.

Sans pouvoir entrer ici dans les détails, nous indiquerons seulement que, pour un courant primaire de 6 ampères et une pression de 0,0251 mm, le front du spectre se trouvait dévié de 96 degrés, tandis que, pour une pression de 0,0001 mm, il n'était dévié que de 46°,5.

Cette dépendance de la déviation magnétique du courant primaire et de la pression dans le tube pourrait conduire à l'idée qu'elle dépend *uniquement de l'étincelle* parallèle *du tube*, c'est-à-dire *de la tension entre la cathode et l'anode*. Cela s'est vérifié dans la mesure où l'on peut l'attendre quand on évalue la tension en question par l'étincelle *parallèle* du tube.

Si l'on dispose un micromètre à étincelle en série avec

(1) Ce travail a paru presque *in extenso* dans les *Archives de Genève*, juin 1896, dans l'*Electrical Review*, 968 et 969 et dans le *Zeitschrift für Elektrotechnik*, XIV et XV.

le tube de décharge, on voit sortir de la première bande du spectre des raies faibles, mais assez nettes, correspondant à des rayons cathodiques qui sont moins déviés que les autres par les forces magnétiques.

Ces raies s'éloignent d'autant plus de la partie principale et immobile du spectre que la longueur d'étincelle du micromètre est plus grande elle-même.

En employant une cathode de platine, plus volatilisable, au lieu d'une cathode d'aluminium, comme je l'avais fait auparavant, j'ai tâché d'examiner si les particules de métal arrachées à la cathode se déposent sur le fond du tube suivant une des lignes du spectre. Le résultat est resté jusqu'ici indécis (¹).

BRITISH ASSOCIATION

Le 65e meeting de la *British Association* s'est ouvert à Liverpool le 16 septembre dernier. Une quarantaine de communications d'un caractère directement ou indirectement électrique ont été faites. Nous analyserons ici celles qui présentent un intérêt spécial pour nos lecteurs.

Propositions relatives aux unités de chaleur. — Le Comité des étalons électriques de l'Association britannique a provisoirement approuvé les propositions suivantes en vue d'ouvrir une discussion internationale sur la question. Il propose d'envoyer ces propositions aux corps constitués dans le monde entier, avec une lettre indiquant qu'elles ont été provisoirement approuvées, invitant à les discuter et à prendre les mesures les plus propres à assurer une entente internationale sur la question.

PROPOSITIONS

I. Pour bien des applications, la chaleur est très commodément mesurée en unités d'énergie et l'unité théorique C.G.S. de chaleur est l'erg. Le nom de Joule a été donné par le Comité des étalons électriques à 10^7 ergs.

Pour les applications pratiques, la chaleur continuera à être mesurée en fonction de la chaleur nécessaire pour élever une masse d'eau, mesure d'une certaine différence de températures définie.

Si la masse d'eau est de 1 gramme et la différence de température de 1° C, du thermomètre à hydrogène, entre 9,5 C et 10,5 C de l'échelle de ce thermomètre, les meilleures déterminations faites indiquent que la chaleur nécessaire est de 4,2 joules.

Il sera donc convenable de fixer ce nombre de joules comme unité secondaire de chaleur. Cette unité thermique secondaire peut prendre le nom de *calorie*. D'après cela, la seconde proposition est la suivante :

II. La quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de 1 gramme de 1° C, de l'échelle du thermomètre à hydrogène, à la température moyenne de 10° C de ce thermomètre, est de 4,2 joules.

Si des recherches ultérieures montrent que ce chiffre n'est pas exact, la correction sera faite en modifiant la température moyenne à laquelle l'égalité a lieu, sans rien changer au rapport de Joule à la calorie.

Sur les courants électriques traversant l'air raréfié, par Lord Kelvin, J. T. Bottomby et Magnus Maclean. — Les expériences ont été faites à l'aide d'un tube cylindrique de 15 cm de longueur, 1,5 cm de diamètre, deux fils d'aluminium dont les extrémités sont écartées de 1,5 cm, une grande machine électrostatique Wimhurst à 24 plateaux, un galvanomètre à miroir de grande résistance servant à mesurer le courant à travers les deux pointes en aluminium dans le tube d'air raréfié, un voltmètre électrostatique donnant la différence de potentiel entre les extrémités du tube et une pompe de Sprengel à 5 chutes permettant de raréfier l'air au degré voulu. Le galvanomètre était placé sur un bloc de paraffine entre un des pôles de la machine électrostatique et l'une des tiges d'aluminium. Les dérivations étaient lues à la lunette et le galvanomètre réglé pour donner une déviation de 1 division pour un courant de 0,3 micro-ampère. On maintenait la densité de l'air constante et on faisait varier la différence de potentiel entre les extrémités du tube, en faisant des lectures simultanées au voltmètre et au galvanomètre. Voici les principaux résultats de ces expériences :

A la pression atmosphérique, il faut de 2000 à 3000 volts pour que le galvanomètre indique le passage d'un faible courant. Voici les valeurs du courant I, en micro-ampères en fonction de la différence de potentiel U en volts pour l'appareil expérimenté.

U en volts.	I en micro-ampères.
3000	7,2
5000	17,6
8000	65,2

En réduisant la densité de l'air, la différence de potentiel nécessaire pour amorcer un courant diminue, et lorsque la pression n'est plus que de 0,001 atmosphère, il suffit de quelques volts pour amorcer le courant.

Pour une même différence de potentiel, le courant augmente lorsque la densité de l'air diminue, et l'on obtient un courant donné pour des différences de potentiel de plus en plus faibles lorsque la pression diminue. Ainsi, on obtient un courant de 56 micro-ampères avec les différences de potentiel suivantes :

U en volts.	Pression en atmosphères.	Pression en mm de mercure.
7400	1,0	750
1090	0,058	44
700	0,0093	7
370	0,0007	0,5
405	0,00006	$\frac{1}{22}$
570	0,000024	$\frac{1}{53}$

(¹) La place manque pour mentionner les résultats de M. Lenard dans des recherches analogues à celles que l'on vient d'exposer.

En réduisant encore la pression, la différence de potentiel nécessaire pour amorcer le courant augmente, tandis que le courant pour la même différence de potentiel diminue. A la pression de $\frac{1}{5\,000\,000}$ d'atmosphère on a les valeurs suivantes :

U en volts.	*I* en micro-ampères.
3000	1,5
5000	4,4
8000	14,6

Si l'on trace une courbe relative à une différence de potentiel donnée en portant les densités en abscisses et les courants en ordonnées, cette courbe s'élève lorsque la densité de l'air diminue jusqu'à $\frac{1}{1000}$ ou $\frac{1}{1500}$ de la densité ordinaire, puis la courbe continue à s'abaisser jusqu'aux plus faibles densités atteintes jusqu'ici, mais il n'y pas de raisons de douter qu'on obtiendrait un courant mesurable avec des densités bien inférieures à celles qui correspondent à $\frac{1}{5\,000\,000}$ d'atmosphère.

Des expériences sont entreprises avec un tube de 15 cm de longueur et deux balles de 0,5 cm de diamètre à une distance de 2 mm, mais les recherches ne sont pas encore assez complètes pour que les résultats en soient publiés.

Réostène. — M. le docteur Harker, d'Owens College, Manchester, présente ce nouvel alliage à grande résistivité, fabriqué par MM. W. T. Glover and C°, de Salford, sans donner, malheureusement, la composition de cet alliage.

Sa résistivité est 46 à 47 fois plus grande que celle du cuivre, c'est-à-dire qu'elle est d'environ 75 microhms-centimètre; entre 0° et 60° C, son coefficient de température reste parfaitement constant et égal à 0,0011. Des expériences faites jusqu'à 500° C ont montré une légère diminution de ce coefficient à partir de 100° C. L'alliage est doux, ne s'oxyde pas au-dessous de 250° C; il peut être porté au rouge sans altération sensible si on l'enferme dans une enveloppe qui le protège de l'oxydation; il se brase avec facilité et se soude à la soudure ordinaire. Le réostène présente donc des qualités intéressantes pour la fabrication des résistances industrielles si son prix, que l'auteur n'indique pas, n'est pas trop élevé.

BIBLIOGRAPHIE

Les nouveautés électriques, par Julien Lefèvre. — J.-B. *Baillière et fils*, Paris, 1896.

Il est des mots que, en l'état d'effervescence actuelle de la science, il faut prononcer vite et écrire encore plus vite en tête d'un livre, dont la confection matérielle exige toujours un certain temps et qui doit porter la date de son apparition et non celle de sa conception. Tel est celui de « Nouveautés », et, à plus forte raison, « *Les* nouveautés ». Si l'un peut, en effet, convenir à la réunion coordonnée d'un nombre de faits, de descriptions d'appareils, de systèmes, d'applications de divers ordres, non encore présentés au public sous la forme simple d'une *Bibliothèque des connaissances utiles*, telle que la publie la librairie Baillière et fils, l'addition de l'article lui donne un caractère de généralité trop absolu et risque, au point de vue historique, d'attribuer une date inexacte à certaines productions. C'est, je le sais bien, affaire d'éditeurs toujours à l'affût de titres qui ne vieillissent pas; mais je me demande comment s'en tirera l'auteur que sa fécondité, son travail incessant et ses multiples connaissances continuellement tenues à jour appellent certainement à la publication d'autres œuvres analogues. Ces qualités mêmes, il est vrai, me rassurent, et, si M. Julien Lefèvre ne procède pas par une ou plusieurs « suites » à ses Nouveautés électriques, il a toujours la ressource de les grouper dans des suppléments à son *Dictionnaire d'électricité et de magnétisme* qui, comme tous ses congénères, ne sera jamais fermé.

Laissant donc pour des publications ultérieures certaines applications, telles le système monocyclique, l'éclairage du canal de la Baltique, les balais en charbon, etc , qui auraient pu trouver place dans ce volume daté de 1896, prenons en tout ce qu'il renferme de bon et faisons crédit à l'auteur pour le reste.

Ce livre est d'ailleurs un des meilleurs de la Bibliothèque dont il fait partie et il se signale tout particulièrement à notre bon accueil par une intention très marquée de saine vulgarisation, sans sacrifice aux inexactitudes trop familières aux ouvrages du même genre. Qu'il s'y soit, malgré l'auteur, encore glissé çà et là quelques restes des confusions que nous espérons pouvoir bientôt qualifier « du temps passé », comme entre force et puissance, puissance et énergie, il n'y a pas trop lieu de s'en étonner, étant donnée la méticuleuse attention encore nécessaire (nous le savons par expérience) pour soutenir, d'un bout à l'autre d'un volume, la correction absolue tant française que technique; mais M. Lefèvre nous paraît trop soucieux de bien faire pour ne pas joindre ses efforts aux nôtres en vue de perfectionner sans cesse notre langage scientifique et d'empêcher notamment l'introduction fautive de mots nouveaux tels que « voltage » au lieu de « pression » ou « tension »; il n'y a pas, en effet, de raison pour ne pas faire *ohmage* à la science « d'ampérage, coulombage, faradage, etc. ». C'est l'éternelle confusion entre le nom d'une grandeur physique et l'expression d'un de ses modes de mesure. Si l'on ne dit jamais le métrage d'un homme, d'une tour, au lieu de sa taille, de sa grandeur, ou le kilométrage d'une voie pour sa longueur, pourquoi cette préférence donnée au mot « voltage » quand il s'agit d'une tension en général, exprimée en unités quelconques, C.G.S., B.A., Siemens,

volts, ou autres? — Dans un ordre d'idées analogue, nous lui signalerons ce lapsus « $\omega = \frac{2\pi}{T}$, *chemin parcouru dans l'unité de temps* », transcription évidemment inconsciente d'un membre de phrase qui n'est pas de lui. — Les termes de « courant monophasé », « alternateur monophasé », sont également à bannir du langage technique, comme vides de sens, la *phase* n'ayant ici rien d'absolu et étant uniquement une expression *de relation* qui ne peut intervenir que par concordance, discordance ou différence... De même qu'on ne dira jamais d'*un seul homme* qu'il marche *au pas* ni d'*une ligne* isolée qu'elle est *parallèle*, sans ajouter avec qui il marche au pas ou à quelle autre ligne elle est parallèle, de même un courant ne peut pas être monophasé; le mot « alternatif » suffit à le caractériser, et « alternatif simple » le différencie de reste en cas de confusion possible. Nos mots scientifiques étant d'ailleurs tirés du grec, on ne doit pas dire *bi*phasé, mais bien *di*phasé, surtout quand on emploie, à tort, comme nous venons de le faire ressortir, le terme *mono*phasé.

L'auteur voudra bien, nous l'espérons, nous pardonner ces critiques (dont la majeure partie s'adresse à bien d'autres qu'à lui) en regard de tout le bien qu'il y a à dire de son livre. Si nous avons l'air de le faire, sur certains points, le bouc émissaire d'inexactitudes si communes, c'est précisément parce que son ouvrage en contient peu et qu'il est plus facile de les relever chez lui que de procéder à des rectifications indéfinies chez d'autres. Nous en aurons d'ailleurs terminé quand nous lui aurons demandé de vouloir bien, dans une nouvelle édition, substituer l'appellation d'accumulateurs *Dujardin* à celle de *Desjardins*.

En somme, sous ses vingt chapitres traitant méthodiquement d'autant d'applications distinctes de la science électrique, ce petit volume de 400 pages met bien au courant des progrès successifs réalisés dans ces dernières années; la lecture en est facile, agrémentée même par de nombreuses figures et des descriptions d'appareils appelés à prendre place dans la vie ordinaire. Il est à la portée des gens du monde et ne peut manquer d'être justement apprécié.

E. Boistel.

Kosto komparatibo en Chile del gas i de la Elektrizidad komo sistemas de distribuzion de enerjia (Cout comparatif au Chili du gaz et de l'électricité comme systèmes de distribution de l'énergie.), par Salazar et Newman. — Santiago du Chili, 1896.

Je n'ai pas la prétention de connaître le dialecte pseudo-espagnol qui se parle au Chili; encore moins voudrais-je me lancer dans l'appréciation d'une petite plaquette publiée sous le titre ci-dessus. Les éléments de critique font absolument défaut et je me borne à signaler l'existence de ce travail à ceux de nos constructeurs que la question peut intéresser, en en laissant l'entière responsabilité aux auteurs mi-espagnol mi-anglais qui se sont réunis pour sa publication. La seule conclusion qui me paraisse devoir en être tirée, c'est que l'utilisation de l'énergie électrique peut être appliquée au Chili non pas en raison de l'existence de chutes d'eau qui en serait la justification naturelle, mais par suite de ce fait économique que le prix du charbon à gaz y est relativement beaucoup plus élevé que celui du charbon utilisable pour l'alimentation des générateurs de vapeur.

Sauf contrôle des données numériques, et à part quelques confusions comme entre le watt et le watt-heure, cet opuscule paraît soigneusement fait. Il renferme notamment nombre de courbes et de tableaux intéressants que nous livrons aux méditations de qui de droit.

E. Boistel.

SYNDICAT PROFESSIONNEL
DES
INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

CHAMBRE SYNDICALE

Séance du 8 septembre 1896.

Présents : MM. *Cance, Ducretet, Ebel, Geoffroy, Hillairet, de Loménie, Meyer, Mildé, Picou, Radiguet, Sciama, Triquet.*

Excusés : MM. *Carpentier, Grammont, Poitevin, Roux.*

M. *Petsche* (*Albert*), ingénieur des ponts et chaussées, directeur de la Société lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage, est nommé membre adhérent.

Le Président rend compte des démarches qu'il a faites auprès du Ministère des Travaux publics en vue d'obtenir que, dans les entreprises d'électricité qui font l'objet de concessions du gouvernement, une protection aussi efficace que possible soit assurée aux constructeurs français, pour la fourniture du matériel.

M. Guillain, directeur de la navigation et des routes au Ministère, a promis d'examiner cette question avec toute la bienveillance et l'attention qu'elle comporte.

Les réponses adressées par les Compagnies de chemins de fer de l'Ouest, de l'Est, du Midi et d'Orléans, aux demandes de *Tarification des dynamos*, sont renvoyées à l'examen de la Commission spéciale.

Parmi les *Élèves sortant de l'École Diderot* et ayant suivi les cours d'électricité qui ont été institués à cette École avec le concours de notre Syndicat, cinq ont été placés dans des maisons adhérentes (maison Hillairet-Huguet, maison Sautter-Harlé et Société industrielle des Téléphones).

A cette occasion, M. Sciama fait remarquer que la Chambre n'a pas été appelée à suivre les examens de sortie, et que l'Administration supérieure n'a pas tenu la promesse faite de réserver dans le Comité de surveillance de cette École deux places pour les représentants de l'industrie électrique.

La Chambre syndicale, saisie par les groupes syndicaux du commerce et de l'industrie d'un projet de *Souscription*, à l'occasion du voyage de l'empereur de Russie, estime qu'il y a

lieu de transmettre ce projet aux membres du Syndicat par voie d'annexe au procès-verbal.

La Chambre de commerce française au Canada appelle l'attention du Syndicat sur les affaires qui peuvent être entreprises dans ce pays, et se met à la disposition des industriels en sollicitant une subvention.

La Chambre de commerce de Paris annonce la création d'un *Office de renseignements commerciaux* qui sera de nature à faciliter et à développer le commerce français à l'étranger. M. Sciama donne à ce sujet des renseignements détaillés.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Émile Barrault, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

253909. — **Horner.** — *Pile électrique à chaîne de métaux* (12 février 1896).

253928. — **Tourlonnias.** — *Perfectionnements aux accumulateurs d'électricité* (11 février 1896).

253921. — **Henrion.** — *Perfectionnements apportés à la fabrication des lampes à incandescence* (11 février 1896).

253872. — **Kellner.** — *Procédé pour la réduction, par voie à la fois électrolytique et chimique des composés organiques* (11 février 1896).

253914. — **Marty.** — *Étiquettes lumineuses électriques* (12 février 1896).

254063. — **Société Shuttleworth Electric Company.** — *Système d'induction électro-magnétique pour propulsion* (18 février 1896).

254069. — **Love** et **Hodges.** — *Perfectionnements dans les chemins de fer ou tramways électriques* (18 février 1896).

254098. — **Casazza.** — *Système de chemins de fer électriques* (4 février 1896).

254111. — **Mors.** — *Système d'appareil électrique commutateur et régulateur pour l'allumage des moteurs à explosion* (19 février 1896).

254120. — **De Meritens** et **de Laugaudin.** — *Nouveau système de galvanoplastie* (20 février 1896).

254092. — **Féry.** — *Pendule électrique* (19 février 1896).

254036. — **MM. Russel Neale** et **Connett.** — *Perfectionnements aux téléphones* (18 février 1896).

254149. — **Stewart.** — *Perfectionnements dans les accumulateurs d'électricité* (21 février 1896).

254181. — **Société l'éclairage électrique.** — *Coupe-circuit pour courant de haute tension* (22 février 1896).

254105. — **Cibié** et **Gutbier.** — *Nouveau mécanisme de réglage pour lampes à arc* (19 février 1896).

254129. — **Fisher.** — *Perfectionnements dans les lampes à arc* (20 février 1896).

254035. — **Bon.** — *Appareil avertisseur électrique automatique prévenant les dangers d'asphyxie ou d'empoisonnement qui peuvent résulter de l'emploi des appareils de chauffage* (17 février 1896).

254351. — **Cutter.** — *Joint électrique pour voie ferrée* (29 février 1896).

254374. — **Cœrper.** — *Chemin de fer électrique avec exploitation au moyen de transformateurs et de conducteurs partiel* (29 février 1896).

54373. — **Société Actien Gesellschaft für Fernsprech-Patente.** — *Intercalation d'un condensateur pour empêcher les influences gênantes dans les conduites téléphoniques* (29 février 1896).

54226. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux méthodes de réglage des machines dynamos à courants continus* (25 février 1896).

254227. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux enroulements des machines dynamos électriques* (25 février 1796).

254384. — **Champagne.** — *Plaques pour accumulateurs* (29 février 1896).

254392. — **Kando.** — *Perfectionnements aux moteurs à champ tournant et à courants alternatifs* (2 mars 1896).

254252. — **Farkos.** — *Coupe-circuit perfectionné* (25 février 1896).

254261. — **Blake.** — *Conduite perfectionnée pour fils électriques, tuyaux ou autres objets du même genre* (25 février 1896).

254357. — **Kando.** — *Distribution de courants combinés au moyen d'un courant continu et d'un courant triphasé* (29 février 1896).

254266. — **Zimmermann.** — *Perfectionnements dans les lampes électriques pour véhicules* (25 février 1896).

254217. — **Davis.** — *Perfectionnements apportés aux lampes électriques à arc* (27 février 1896).

254320. — **Moody.** — *Perfectionnements apportés aux régulateurs électriques* (27 février 1896).

254342. — **Fresson** et **Bonatre.** — *Allumoir électrique à étincelle d'extra-courant de rupture à interrupteur automatique, le pyrolucigène électrique* (28 février 1896).

254516. — **Petzenburger.** — *Arrivée de courant à niveau du sol pour voies ferrées électriques* (5 mars 1896).

254563. — **De Coster.** — *Transmission sous sol pour tramways électriques* (6 mars 1896).

254566. — **Schröder.** — *Système de transmission électrique souterraine pour chemins de fer ou tramways* (6 mars 1896).

254431. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Dispositifs de sûreté des freins électriques* (3 mars 1896).

254429. — **Schneider.** — *Plaque électrode pour accumulateurs électriques* (3 mars 1896).

254432. — **Jacques.** — *Procédé et moyens pour la conversion de l'énergie virtuelle du charbon et des matières carbonacées en énergie électrique* (3 mars 1896).

254525. — **Klostermann.** — *Régulateur à tracteur magnétique pour lampes à arc* (Perfectionnement au brevet pris par M. Svicki, n° 242548) (5 mars 1896).

254527. — **Société des Forges de la Principauté de Hanau.** — *Porte-lampes à pivot pour candélabres d'éclairage électrique* (5 mars 1896).

254805. — **Foote.** — *Perfectionnements apportés aux charbons pour lampes à arc* (17 mars 1896).

254993. — **Société Actien Gesellschaft für Fernsprech-Patente.** — *Dispositif pour télégraphier et téléphoner simultanément dans une même conduite* (23 mars 1896).

254999. — **King.** — *Perfectionnements apportés aux piles*

secondaires et aux moules employés pour la fabrication des plaques ou grilles de ces piles (23 mars 1896).

255155. — **Dujon.** — *Système d'ampère-mètre thermique* (30 mars 1896).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Société électrique l'Ilot Préfecture, à Lyon. — Constituée sous forme anonyme, cette Société a pour fondateur, M. Claude Berlie, demeurant à Lyon, 2, rue Paul-Chenavard.

Elle a pour objet :

1° L'établissement d'une station électrique dans la cour centrale commune du groupe de maisons qui forment, à Lyon, l'ilot ou quadrilatère compris entre l'avenue de Saxe, la rue de Bonnel, la rue Pierre-Corneille et la rue Dunoir, pour la distribution de l'électricité dans lesdits immeubles et son application soit à leur éclairage, soit à tous autres usages auxquels l'énergie électrique peut être employée;

2° L'exploitation de cette station par gestion directe, affermage ou tout autre mode qui serait reconnu plus avantageux;

3° L'établissement et l'exploitation de toutes autres stations électriques dont la création serait décidée par l'assemblée générale des actionnaires.

La Société a son siège social, 2, rue Paul-Chenavard et elle prendra fin le 31 juin 1912, sauf dissolution anticipée ou prorogation, aux termes des statuts.

Le capital social est de 63 000 fr divisé en 630 actions de 100 fr chacune, toutes souscrites en espèces.

Le conseil d'administration comprend 3 membres au moins et 7 membres au plus, propriétaires chacun de 25 actions affectées en garantie de leur gestion.

L'année sociale commence le 1er juillet pour finir le 30 juin suivant. Par exception le premier exercice comprendra la période écoulée depuis la constitution de la société (9 mars 1896), au 30 juin 1897.

L'assemblée générale comprend tous les actionnaires propriétaires d'au moins 10 actions.

Les produits nets, défalcation faite des charges de toute nature et des frais généraux, constituent les bénéfices.

Sur les bénéfices il est prélevé :

1° 5 pour 100, pour être affecté à la constitution de la réserve légale;

2° Une somme suffisante pour payer aux actionnaires un premier dividende de 5 pour 100 des sommes dont les actions sont libérées.

Le surplus des bénéfices sera employé soit à la constitution d'un fonds de réserve spécial, destiné à l'amortissement du capital social, si l'Assemblée générale décide de la constitution de ce fonds, soit à faire une nouvelle répartition aux actionnaires à titre de deuxième dividende.

Si l'Assemblée générale vient à voter au profit du Conseil d'administration une participation quelconque dans les bénéfices sociaux, cette répartition ne pourra être imputée que sur le surplus des dits bénéfices.

Le paiement des dividendes a lieu annuellement aux époques et lieux fixés par le Conseil d'administration.

Si les bénéfices réalisés le permettent, le Conseil pourra, dans le cours de chaque année, procéder à la répartition d'un acompte sur le dividende de l'exercice courant.

Les dividendes, même pour les titres nominatifs, sont valablement payés au porteur du titre ou du coupon. Ceux non réclamés dans les cinq ans de leur exigibilité seront prescrits au profit de la Société.

Société des Tramways algériens. — La Société a pour fondateur M. Eugène-Charles-Étienne Siry, demeurant à Paris, 9, rue de Galilée.

Elle a pour objet :

1° L'établissement et l'exploitation des entreprises de tramways électriques à Alger et communes suburbaines désignées à l'article 5 des statuts, et en général, l'établissement, l'acquisition, l'exploitation, l'entreprise de tractions en Algérie, comme aussi de transmission et de distribution d'énergie électrique pour tous usages accessoirement à la traction dans le même territoire.

2° L'acceptation de toutes concessions, l'acquisition ou la prise à loyer de tous immeubles construits ou non, l'édification de constructions et l'acquisition de tous objets mobiliers, ainsi que l'acquisition de tous brevets et procédés et généralement toutes opérations industrielles et commerciales pouvant se rattacher aux objets ci-dessus.

3° La participation directe ou indirecte de la Société dans toute entreprise se rattachant aux objets précités par voie de création de Société nouvelle, d'apport ou autrement.

La durée de la Société est fixée à 60 années à dater de sa création, et son siège social a été fixé à Paris, 27, rue de Londres. Le siège de l'exploitation sera à Alger.

M. Louis-Charles de Loménie, ancien auditeur au Conseil d'État, directeur de la *Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston*, agissant en vertu d'une délégation de pouvoirs du Conseil d'administration de ladite Société en date du 11 juin, apporte à la Société sous les garanties de droit :

1° Tous les droits à la concession de la ligne de tramways électriques d'intérêt intercommunal, de l'Hôpital du Dey à la colonne Voirol et des annexes exploitées ou non par traction animale sur le territoire des communes d'Alger et de Mustapha et toutes obligations y afférentes tels que les droits résultant des deux traités administratifs passés avec les communes intéressées, l'un le 3 septembre 1891, et l'autre le 1er avril 1896, approuvés par l'autorité supérieure, et d'un traité de cession au profit de la *Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston* consenti par la *Société Dalaise, Gatti et Barzan*, suivant acte du 24 juin 1895 et du 19 juin de la même année.

2° Tous les droits et obligations résultant pour la Compagnie apporteur du contrat passé à la date du 5 octobre 1895 entre elle et la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie, en vue de l'établissement de la traction électrique sur le réseau de cette dernière Société, de Saint-Eugène à Hussein-Dey avec prolongement de la ligne du carrefour du champ de manœuvre à Belcourt ou au Ruisseau et de l'exploitation du service de traction sur ce réseau, pour le compte de cette dernière Société; aux termes duquel acte, la Compagnie française Thomson-Houston, moyennant les prix forfaitaires et sous les conditions stipulées audit contrat, s'est engagée pour une durée de 25 années à dater du jour où la traction électrique sera mise en exploitation, à assurer le service de ladite traction sur les lignes désignées ci-dessus, à titre d'entrepreneur de traction; et, en conséquence, elle s'est obligée à fournir tout le matériel fixe et roulant et ses accessoires nécessaires à ladite traction, savoir : la partie mécanique et la partie électrique de la station génératrice et leurs aménagements, les lignes électriques et les poteaux, les connexions de rails pour la ligne de retour; les voitures automobiles. Étant stipulé audit contrat que le courant électrique nécessaire au fonctionnement du réseau dont s'agit sera produit par la Compagnie française Thomson-Houston, dans l'usine par elle installée et fourni par elle au moyen de ses appareils, le prix de cette fourniture étant compris dans le prix de traction convenu à son profit; et étant encore stipulé qu'à l'expiration de la durée que doit avoir ledit traité, soit après 25 années, les lignes électriques, poteaux et connexions de rails et les voitures

automobiles deviendront la propriété de la Société des chemins de fer sur routes d'Algérie; avec faculté pour la Société des chemins de fer sur routes d'Algérie d'acheter la partie du matériel de l'usine correspondant au service de son réseau, à sa valeur vénale, à l'époque dont il s'agit, cette valeur vénale devant être établie à titre d'experts, faute d'entente entre les parties pour sa détermination.

Les apports décrits dans les deux paragraphes qui précèdent sont faits à titre absolument gratuit.

La Société bénéficiera, à compter du jour de sa constitution définitive, de tous les droits et avantages résultant des traités et contrats susénoncés; elle sera substituée à la Société apporteur dans toutes autorisations ou concessions administratives, demandes d'autorisation ou de concession formées à ce jour, en application desdits traités et contrats; en retour, elle sera tenue d'exécuter à compter du même jour les traités et contrats dont s'agit dans toutes leurs dispositions et parties, au lieu et place de la Société apporteur, et de remplir également en son lieu et place toutes les obligations et charges qu'ils lui imposent envers les communes d'Alger et de Mustapha, le Département, la Société des chemins de fer sur routes d'Algérie et tous autres tiers, le tout de manière que la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, ne soit jamais inquiétée ni recherchée à ce sujet.

M. de Loménie, ès-nom et qualité qu'il agit, apporte encore à la Société, sous les garanties de droit :

3° L'entreprise de traction pour trains omnibus à chevaux, actuellement exploitée par la Compagnie française Thomson-Houston, à Alger et Mustapha, ensemble savoir :

Les voitures et chevaux nécessaires à l'exploitation des lignes annexes des Tournants Rovigo, village d'Isly, Ermitage et Paté.

L'usage jusqu'à la mise en marche de la traction électrique, des voitures et chevaux servant à l'exploitation de la ligne principale de l'hôpital du Dey à la colonne Voirol.

Le mobilier de bureau, le matériel d'écurie et les approvisionnements tels qu'ils se trouvent dans les dépôts du plateau Saulière et de l'hôpital du Dey.

4° La propriété du terrain sis à Mustapha au lieu dit *Villa Dujonchay*, chemin vicinal n° 11, dit de la Solidarité, d'une contenance de 2185,38 m en deux parties de 939,38 m et 1246 m avec toutes ses appartenances et dépendances, droits et servitudes y attachés, tel qu'il a été acquis par la Compagnie apporteur, de M. Adolphe Dalaise, entrepreneur, demeurant à Mustapha.

L'origine de propriété dudit immeuble sera établie par acte en suite des présentes, aux frais de la Société à constituer.

5° Toutes les études faites, tous les projets établis, le bénéfice de tous marchés préparés par la Société apporteur, en vue de l'établissement et de l'exploitation de la traction électrique, tant sur la ligne de tramways de l'hôpital du Dey à la colonne Voirol et annexes dont la concession a fait l'objet des traités et contrat visés sous le n° 1 ci-dessus, que sur les lignes de tramways de la Société des chemins de fer sur routes d'Algérie mentionnés sous le n° 2 ci-dessus.

La Société sera propriétaire et bénéficiaire, à compter de sa constitution définitive, de tous les biens, droits et avantages compris dans ces apports; elle sera tenue, à compter de la même date, de toutes les obligations et charges correspondantes.

M. de Loménie, ès-nom, apporte enfin à la Société, sous les garanties de droit :

6° L'usage, en vue des besoins des entreprises à exploiter par la Société à former, de tous brevets pris ou à prendre, acquis ou à acquérir, exploités ou à exploiter par la Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, concernant la traction des tramways électriques et le concours technique de ladite Compagnie.

En représentation des apports ainsi faits sous les n°s 3, 4, 5 et 6 qui précèdent, il est attribué à la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston apporteur, savoir :

1° 1294 actions de la Société de 500 fr chacune entièrement libérées.

2° Une redevance de 0,02 fr par kilomètre voiture automobile et 0,01 fr par kilomètre voiture remorquée, à parcourir sur les lignes de tramways électriques qui seront exploitées par la présente Société. Le montant de cette redevance sera prélevé par celle-ci sur ses recettes d'exploitation, et payé par elle à la fin de chaque exercice.

Le capital social est fixé à 1 600 000 fr et divisé en 3200 actions de 500 fr chacune sur lesquelles :

1294 actions entièrement libérées ont été attribuées à la *Compagnie française pour l'exploitation des procédés Tomson-Houston* en représentation de ses apports.

Le surplus a été souscrit en espèces.

La Société est administrée par un conseil composé de 5 membres au moins et de 7 au plus qui devront être chacun propriétaires de 50 actions affectées en garantie de leur gestion. Ont été désignés comme administrateurs statutaires :

Adolphe Dalaise, entrepreneur à Mustapha.

Gabriel Saint-Hubert-Chamson, 77, boulevard Malsherbes.

Charles de Loménie.

Etienne Siry.

Joseph Chailley-Bert, publiciste, 12, avenue Carnot.

L'assemblée générale comprend tous les propriétaires d'au moins 10 actions. Il sera reconnu à chacun autant de voix qu'il possède de fois 10 actions, avec un maximum de 150 voix.

L'année sociale commence le 1er avril pour prendre fin le 31 mars suivant. Par exception le premier exercice sera clos le 31 mars 1827.

Les frais et charges, dans les comptes sociaux, comprendront : les dépenses d'exploitation de toute nature, les frais d'administration et de timbre, l'intérêt et l'amortissement des emprunts, l'amortissement en dix ans des frais de contrat et de constitution de la Société, l'amortissement du matériel et des installations, leur dépréciation et leur usure, les dépenses d'entretien, de grosses réparations et autres dépenses de même nature.

Les bénéfices nets seront partagés comme il suit, il est prélevé :

1° 1/20 soit 5 pour 100 pour constituer le fonds de réserve exigé par la loi;

2° La somme nécessaire pour servir un premier dividende ou intérêt de 5 pour 100 aux actionnaires sans distinction, sur le montant de la libération des actions.

Le surplus des bénéfices sera réparti ainsi qu'il suit :

1° 10 pour 100 au conseil d'administration en exercice pour être réparti entre ses membres suivant qu'ils aviseront d'accord;

2° Et sauf ce qui sera dit ci-après sous l'article 50° pour le remboursement au capital social, et le fonds de prévoyance, le surplus, soit 90 pour 100, sera mis à la disposition de l'assemblée générale qui statuera sur la répartition qui pourra en être proposée par le conseil d'administration.

Art. 50°. — Sur les bénéfices restant disponibles après les prélèvements nécessaires pour la réserve légale, pour servir un premier dividende ou intérêt de 5 pour 100 aux actionnaires, sur le montant de la libération des actions et le tantième des administrateurs, le conseil d'administration pourra décider de prélever une somme affectée au remboursement du capital social, lequel remboursement pourra s'effectuer notamment au moyen de tirage au sort entre les actions, une action de jouissance étant attribuée à raison de chaque action de capital remboursée. Il sera créé à cet effet des actions de jouissance qui n'auront plus droit à l'intérêt de 5 pour 100 stipulé à l'article 47, à partir du jour fixé pour le remboursement, mais conserveront les autres droits et privilèges attachés aux actions, sauf ce qui sera dit ci-après en ce qui

concerne le remboursement des actions de capital à l'expiration de la Société.

Le conseil d'administration pourra prélever en outre une somme destinée à la création d'un fonds de prévoyance pour faire face aux dépenses extraordinaires et à tous les imprévus qui pourront se présenter.

Toutefois les décisions relatives aux prélèvements ci-dessus seront soumises à l'approbation de l'assemblée générale annuelle.

A l'expiration de la Société et après la liquidation de ses engagements, les réserves, quelles qu'elles soient, seront partagées entre tous les actionnaires sans distinction, après remboursement des actions de capital.

Le conseil d'administration comprend les personnes dont nous avons les noms plus haut.

M. de Watteville, banquier, 59, rue de Provence, a été nommé commissaire des comptes pour le premier exercice.

N. B. — Dans notre prochaine chronique nous donnerons un résumé des traités, droits et obligations, qui incombent à la nouvelle Société et dont la connaissance est indispensable pour suivre utilement la marche des *tramways algériens*.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — Une assemblée extraordinaire des actionnaires s'est réunie le 14 septembre. Elle a voté l'élévation de 5 à 15 millions du capital social. Chaque actionnaire actuel aura droit de souscrire à deux actions nouvelles émises au prix de 750 fr l'une. Sur cette somme 500 fr seront payables en souscrivant et le surplus aux dates qui seront fixées ultérieurement. Ce droit de souscription devra être exercé avant le 30 septembre, soit le 29 septembre au plus tard.

Après cette émission, la Société disposera d'un capital de 15 millions, celui des actions; de 5 millions de réserve formés par la prime de 250 fr par action nouvelle, enfin de 10 millions produits par l'émission d'obligations. Cela fait 30 millions.

Après avoir été créée pour exploiter la construction et la vente du matériel Thomson-Houston, la Compagnie a modifié son programme et elle embrasse maintenant l'exploitation directe des tramways. Après s'être intéressée aux tramways de Rouen, elle a acquis la plus importante partie des actions de la Compagnie Parisienne de tramways, ce qu'on appelle les Tramways-Sud.

Comme on le sait, les Tramways-Sud ne sont arrivés que très péniblement jusqu'ici à joindre les deux bouts. La Compagnie des procédés Thomson-Houston aura à rémunérer le capital employé à l'achat des actions des Tramways-Sud, — capital dont l'importance n'est pas indiquée au rapport de l'assemblée du 14 septembre — et, de plus, le capital à dépenser pour la transformation tant du matériel de traction que des voies et pour l'établissement d'usines électriques. Au rapport, le Conseil exprime l'espérance qu'il se produira, sur les Tramways-Sud, un notable bénéfice net par la réduction des frais kilométriques de traction au moyen du nouveau procédé et celle des tarifs à percevoir sur les voyageurs. L'expérience est faite, dit le Conseil; des résultats analogues à ceux attendus se sont produits au Havre, à Lyon, à Bruxelles, à Hambourg, etc.

D'autre part, le Conseil espère également que le Conseil municipal de Paris et le Conseil général de la Seine autoriseront, sur le réseau des Tramways-Sud, l'application des procédés Thomson-Houston, soit sur un parcours de 47 km dans Paris, et de 27 km hors de la ville malgré les difficultés inhérentes à l'existence de poteaux. Les mêmes Conseils devront autoriser au delà de 1910, jusqu'à une date non indiquée au rapport, la concession actuelle. En échange, la Compagnie offre une réduction de tarifs.

C'est sur cette double espérance d'un bénéfice à recueillir sur un réseau considéré jusqu'ici comme mauvais en raison de son absence de produits nets et d'autorisations à obtenir des deux Conseils parisiens, que 30 millions sont engagés ou sur le point de l'être.

Nous disons 30 millions, car 1/10 de cette somme est à peu près seul engagé dans les opérations qui constituaient le but primitif de la Compagnie. Celle-ci ne possède même pas, en effet, ses ateliers de fabrication.

Elle est simplement actionnaire de la Société spéciale, celle des *Établissements Postel-Vinay*, qui exploite ses propres ateliers. Cette dernière vient d'élever récemment son capital de 1 200 000 fr à 2 millions et la Compagnie Thomson-Houston a participé à cette augmentation pour 600 000 fr ou les trois quarts.

Ce point de détail éliminé, nous voyons au rapport que la Compagnie Thomson-Houston considère ses moyens d'action actuels, 30 millions, comme un simple début. D'après ce document, le département financier de la Compagnie (ainsi est nommée la portion de ressources non employées au but primitif) est appelé à prendre une très grande extension au fur et à mesure des affaires nouvelles auxquelles le Conseil pourra trouver utile d'intéresser la Compagnie.

INFORMATIONS

La traction électrique à Lyon. — Au moment où la *Compagnie des Omnibus et Tramways de Lyon* se prépare à appliquer l'énergie électrique sur tout son réseau, il n'est pas sans intérêt de rappeler les résultats obtenus sur différentes lignes de tramways de Lyon par l'emploi de l'électricité :

En 1893, la *ligne de Lyon à Oullins*, avec traction par chevaux, eut un parcours de 268 124 km et fit 240 914 fr de recettes, soit 0,898 fr par voiture-kilomètre. Les frais d'exploitation furent de 214 922 fr.

En 1895, la même ligne, avec traction électrique, transporta 2 021 886 voyageurs, eut un parcours de 532 040 km et fit 439 218 fr de recettes, soit 0,776 fr par voiture-kilomètre. Les frais d'exploitation furent de 313 426 fr.

La *ligne de Lyon à Saint-Fons* avec traction mécanique, eut, du 1er janvier 1895 au 21 août de la même année, un parcours de 159 716 km, elle transporta 551 656 voyageurs, fit 110 852 fr de recettes, soit 0,694 fr par voiture-kilomètre. Les frais d'exploitation furent pendant cette période de 81 716 fr.

La même ligne, avec traction électrique, eut, du 22 août au 31 décembre 1895, un parcours de 150 801 km, elle transporta 550 410 voyageurs et fit 87 951 fr de recettes, soit 0,575 fr par voiture-kilomètre. Les frais d'exploitation furent de 65 935 fr.

On constate une augmentation de la différence entre les recettes et les dépenses, c'est-à-dire des *bénéfices*, qui atteint environ 30 pour 100, du fait de l'emploi de la traction électrique. Ce résultat est dû à l'accroissement du trafic qu'appelle, c'est là un fait reconnu, l'augmentation des *départs*, et à la réduction des frais d'exploitation.

L'adoption de la traction électrique sur l'ensemble du réseau de la Compagnie des Omnibus et Tramways de Lyon, nécessiterait l'installation d'une station centrale développant 3000 chevaux environ. L'étendue du réseau à desservir est de 54 km.

Tramway électrique de Paris à Romainville. — Les recettes de la seconde quinzaine d'avril ont été de 25 130,30 fr.

Tramways électriques d'Angers. — Les recettes de la première semaine de septembre ont été de 9970,05 fr.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

34001. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus à Paris.

5e Année. — N° 116. 25 Octobre 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. E. HOSPITALIER. 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Automobiles électriques. — Deux nouvelles voitures électriques à signaler à nos lecteurs. La première a été construite en Angleterre pour la reine d'Espagne, mais la description qui nous est envoyée est des plus confuses, car cette voiture fonctionnerait à l'aide de 95 kg seulement de piles sèches (?), logées sous le siège, tout en fonctionnant 60 heures. La seconde, plus sérieuse, nous est présentée par *le Vélo*, et se construit actuellement chez M. Jeantaud. Voici, d'après notre confrère, ses principales dispositions :

1° L'essieu d'avant est moteur et directeur en même temps. Le moteur qui l'actionne est enfermé, avec sa réduction de vitesse, dans une boite suspendue directement à l'essieu. Avec cette disposition de l'essieu moteur à l'avant, les ripements ne sont plus à craindre, on peut se servir de roues caoutchoutées ou de pneumatiques, sans avoir à redouter les terribles tête-à-queue, même sur l'asphalte mouillée; en effet, les roues d'avant directrices et motrices entraînent toujours celles de derrière dans leur sillage. 2° Les changements de vitesse, les arrêts, ainsi que la marche arrière sont obtenus par une manette placée sur le guidon; par une disposition toute nouvelle, les changements de plots et les ruptures de courant se font sans aucune étincelle; ce dispositif permet d'avoir un appareil léger et peu encombrant. 3° Les accumulateurs d'un nouveau type, créés spécialement à cet effet par M. Brault, de la Société Fulmen, ont une capacité de trente ampères-heure par kg de plaque; ils peuvent être déchargés à tous les régimes, même en court circuit, sans que leur solidité soit ébranlée. Enfin, cette voiture qui pourra porter quatre personnes plus un conducteur, pèsera en ordre de marche mille kg, elle pourra sans reprendre charge, accomplir en palier, un parcours de cent kilomètres et soixante en terrain varié. Pour arriver à ce résultat, il a fallu avoir recours à l'acier, au nickel, à l'aluminium, afin d'obtenir une grande légèreté sans négliger la solidité. Les roues en acier sont montées sur des pneumatiques. M. Jeantaud, qui a fait déjà de nombreuses expériences avec son nouvel avant-train et les accumulateurs Fulmen-Omega, exposera cette voiture au prochain salon du Cycle.

C'est avec plaisir que nous enregistrons les études et les travaux qui nous rapprochent chaque jour du fiacre électrique de nos rêves.

La fabrication du chlorate de potasse au Niagara. — *The Electrical Engineer* du 9 septembre donne la description d'une installation électrique intéressante faite aux usines de la *Chemical Construction Company*. Ces usines utilisent le courant provenant de la grande station centrale du Niagara à la fabrication des chlorates de potassium, de sodium, de baryum, etc.

La puissance électrique est fournie sous forme de courants diphasés à la tension de 2200 volts; 4 transformateurs à courants alternatifs amènent le courant à la tension de 60 volts, sous laquelle il actionne deux transformateurs rotatifs de chacun 250 chevaux; le courant continu obtenu après cette double transformation est utilisé dans les différentes parties de l'usine.

Le procédé comporte d'abord la dissolution du chlorure de potassium dans 5 réservoirs de 3,5 m de diamètre sur 1,8 m

de hauteur. Cette solution est transportée par la vapeur à l'étage supérieur, où le liquide est soumis à une filtration spéciale, puis coule dans les pots qui servent au traitement électrique; ces pots, au nombre de 60, sont placés dans une large salle de 27 m × 20 m, située au-dessus de la chambre des transformateurs.

En dehors de celui placé sur le tableau principal, chaque pot est muni d'un interrupteur spécial; la longueur d'un pot est de 3 m, sa largeur de 1,5 m; le revêtement intérieur en porcelaine a présenté de grandes difficultés de fabrication, à cause des différences de dilatation de la porcelaine et de l'acier. Les pots sont parfaitement isolés les uns des autres ainsi que de la terre : on peut ainsi les toucher sans crainte de secousse désagréable.

L'électrolyse de la solution de chlorure donne du chlorate; on laisse cristalliser dans une salle spéciale, on essore les cristaux dans des centrifuges, puis on les porte au séchoir.

Il faut environ vingt-quatre heures pour passer de la solution filtrée de chlorure de potassium au chlorate de potasse sec et prêt à être expédié. L'usine fonctionne jour et nuit, et produit environ une tonne de chlorate par jour.

Cette usine est la première de ce genre aux États-Unis, les chlorates étant jusqu'ici importés. Le procédé électrolytique présente sur le procédé chimique le grand avantage de ne pas donner comme celui-ci des produits accessoires sans valeur; au contraire, on peut recueillir tous les égouttages [pour les traiter à nouveau après filtration.

Il y a jusqu'à présen trois méthodes électrolytiques différentes pour la fabrication du chlorate de potasse : en France, on emploie le procédé de Gall et de Montlaur; au Canada, le procédé de Franchot et Gibbs, et enfin celui de Blumenberg que nous venons de décrire. Les deux premiers emploient le platine, tandis que le dernier ne comporte que des électrodes en charbon.

Les applications nombreuses du chlorate de potasse assurent le rapide développement de cette nouvelle usine; d'autant plus plus que l'importation aux États-Unis s'élève actuellement à 2500 tonnes, provenant surtout de France, d'Angleterre et d'Allemagne. D. G.

Cours d'électricité industrielle à la Fédération générale professionnelle des chauffeurs-mécaniciens. — Les cours d'électricité industrielle organisés par la Fédération générale professionnelle des chauffeurs-mécaniciens sont ouverts dans Paris et dans la banlieue depuis le 15 octobre 1896. Les cours auront lieu dans l'ordre suivant : *Mairie du IVe arrondissement.* Professeur : M. J. Laffargue, ingénieur-électricien. Professeur adjoint : M. Hommen, ingénieur-électricien. Tous les mardis de 9 h. à 10 h. du soir. — *École des garçons, rue Grange-aux-Belles.* Professeur : M. Augé, ingénieur-électricien. Tous les mardis à 8 h. 1/2 du soir. — *École des garçons, rue Saint-Charles* (XVe arrondissement). Professeur : M. L. Jumau, ingénieur-électricien. Tous les vendredis à 8 h. 1/2 du soir. — *École des garçons, rue Ampère.* Professeur : M. Jolly, ingénieur des Arts et Manufactures. Tous les vendredis à 8 h. 1/2 du soir. — *École des garçons, 65, rue de Clignancourt.* Professeur : M. Clerbout, ingénieur. Tous les vendredis à 8 h. — *École des garçons, rue Titon* (Xe, XIe, XXe arrondissements). Professeur : M. Carol, ingénieur civil. Tous les vendredis à 9 h. du soir. — *École des garçons, rue de Châteaudun, à Saint-Denis (Seine).* Professeur : M. Janillon, ingénieur-électricien.

Cours d'Électricité pratique de deuxième année. — Exercices pratiques, manœuvres électriques, montage, installations, dynamos, tableaux de distribution : cours pratique à la *Mairie du IVe arrondissement*, le jeudi de 9 h. à 10 h. du soir. Des exercices pratiques, mise en marche, réglage des machines auront lieu dans diverses usines. Professeur : M. Laffargue, ingénieur-électricien.

A la fin du cours de 1re année, la Fédération délivre des diplômes aux élèves ayant satisfait aux examens théoriques. — A la fin de la 2e année, après examens pratiques, la Fédération décerne des diplômes d'électricien.

Laboratoires Bourbouze. — Les manipulations gratuites de physique, d'électricité industrielle, de chimie générale et analytique industrielle, organisées par la Société des laboratoires Bourbouze, rue des Nonnains-d'Hyères, 21 (Pharmacie centrale de France), en faveur des instituteurs, des ouvriers et employés des industries se rattachant aux sciences précitées, ont commencé le 18 octobre, à neuf heures du matin, et se continueront les dimanches suivants à la même heure.

Les inscriptions seront reçues au siège des laboratoires, le dimanche matin, de 9 à 11 heures.

— Par décret en date du 18 septembre 1896, rendu sur la proposition du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et télégraphes, M. Wunschendorff (Jules-Hippolyte-Eugène), directeur ingénieur des télégraphes de la région de Paris, est nommé inspecteur général des postes et des télégraphes, en remplacement de M. Amiot, retraité.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Besançon. — *Traction électrique.* — Malgré le développement déjà donné à cette même place (nos 80, 94, **1895**, p. 159 et 495), à la question des tramways électriques à Besançon, il n'est peut-être pas inutile d'y revenir et d'y ajouter quelques détails qui ont leur importance.

Cinq lignes, comme il a été dit, formeront le réseau; le Conseil municipal examinera prochainement en séance publique la question de l'emplacement des stations.

Le cahier des charges fixe ainsi qu'il suit le nombre minimum des voyages qui doivent être effectués sur chacune des cinq lignes : 1re ligne, 6 voyages par heure; 2e ligne, 6 voyages par heure; 3e ligne, 2 voyages par heure; 4e ligne, 2 voyages par heure; 5e ligne, 2 voyages par heure.

Le service commencera : en été (du 1er mai au 30 septembre) à six heures du matin pour finir à neuf heures du soir; en hiver, à sept heures du matin pour finir à huit heures du soir. Pendant l'hiver, une voiture prendra les voyageurs à la sortie du théâtre municipal.

Les trains qui se composeront ordinairement d'une seule voiture et extraordinairement de plusieurs, prendront des voyageurs pendant toute la durée du parcours, à moins toutefois qu'ils ne se trouvent dans un passage étroit et par suite dangereux pour la circulation ou la sécurité des piétons et des voyageurs, ainsi que dans les fortes rampes.

La taxe minima, quel que soit le parcours, est fixée à dix centimes.

Les bâtiments destinés à fournir la puissance motrice s'élèvent à vue d'œil. Ils comprendront une chaufferie de trois groupes de chaudières, une salle des machines où seront installées deux machines à vapeur d'une puissance de 250 chevaux et deux dynamos de 300 ampères sous 500 volts. La puissance nécessaire sera fournie par le fonctionnement d'une seule des machines actionnant une des dynamos. Les autres machines ne seront donc installées que dans le but de parer à toutes les éventualités.

Dans les rues ou sur les quais, le câble aérien qui doit transmettre le courant aura 8,4 mm de diamètre, il sera placé au moyen d'appliques ou de poteaux à 7 m de hauteur.

Quelques personnes trouvent cette transmission aérienne peu gracieuse et prétendent qu'elle a de nombreux inconvénients. La question a été longuement étudiée, si la commission chargée de cette étude a donné suite au projet aérien qui a d'ailleurs fait ses preuves, c'est parce qu'il présentait toutes garanties suffisantes.

Biskra (Algérie). — *Éclairage.* — Pendant son voyage en France, le maire de Biskra, M. Dicquemare, a étudié la question de l'éclairage électrique de la reine des Oasis.

Nous apprenons avec plaisir que le résultat de cette étude et de ses démarches l'amène à pouvoir faire fournir à Biskra 150 lampes de 16 bougies et 10 lampes à arc.

Bordeaux. — *Traction électrique.* — La sous-commission de la traction s'est réunie dernièrement pour continuer l'examen des projets qui lui seront soumis. Étant donnée l'activité avec laquelle l'étude de ces projets est poussée, l'administration espère arriver à une solution définitive dans un temps très court.

Cagnes (Alpes-Maritimes). — *Traction électrique.* — Dans la séance du Conseil général des Alpes-Maritimes, M. Laurenti a demandé au Préfet où en était l'affaire du tramway électrique entre Menton et Cagnes. Le Conseil général a donné un avis très favorable à l'établissement de cette ligne ; toutes les communes l'attendent, toutes les formalités sont remplies, pourquoi ne commence-t-on pas les travaux? M. le Préfet répondit qu'en effet le Conseil d'État, l'administration des Ponts et Chaussées et toutes les communes intéressées avaient émis un avis favorable. Mais qu'il y avait eu du retard par suite de l'attitude de la municipalité de Nice, qui a posé à la Société de ce tramway de nouvelles et lourdes conditions, par exemple la construction d'un pont sur le Paillon et le prolongement des lignes de tramways à chevaux qui existent dans la ville. La Société des tramways n'est pas en faute ; tant que la ville de Nice maintiendra des conditions trop onéreuses pour la Société, il est à craindre que cette dernière n'établisse pas le tramway.

D'après M. Durandy, le retard apporté par la ville de Nice est regrettable. La municipalité a eu des exigences que la Société ne pourra peut-être pas accepter, et toutes les communes du littoral attendent ainsi la réalisation de ce tramway. Il est cependant nécessaire que la traction électrique soit établie sur le littoral des Alpes-Maritimes. M. Durandy ajoute que le Conseil général, en adoptant le vœu de M. Laurenti, manifestera ainsi son désir que la ville de Nice ne crée plus de difficultés à la Société des tramways.

Le vœu de M. Laurenti est adopté par le Conseil général.

Camarès (Aveyron). — *Éclairage.* — Par suite des traités qui viennent d'être signés entre les communes de Camarès, Fayet et Brusque et M. Vergnes de Castelpers, ingénieur électricien à Castelpers, ces trois petites localités vont être dotées de l'éclairage électrique.

M. Vergnes, qui a passé plusieurs jours à faire sur place les études techniques nécessaires, va réaliser rapidement cette installation, qui donnera satisfaction à tous les habitants en mettant à leur disposition un éclairage de prix très modique, éclatant et sans danger.

Caussade (Tarn-et-Garonne). — *Éclairage.* — Cette installation, dont nous avons mentionné toutes les étapes (n° 81, **1895**, p. 182 et n° 105, **1896**, p. 194), fonctionne très régulièrement depuis son inauguration. Nous complétons aujourd'hui les indications déjà données par quelques détails sur cette station centrale. L'installation électrique a été entièrement exécutée par la Société Alsacienne de constructions mécaniques qui a construit les chaudières, les machines à vapeur et les appareils électriques dans ses usines de Belfort.

Pour remplir les conditions imposées par le concessionnaire, M. Victor Fournier, on s'est arrêté à l'emploi du courant alternatif triphasé. L'usine, installée très coquettement sur les bords de la Lère, comporte actuellement deux chaudières semi-tubulaires, deux machines à vapeur de 10 et de 20 chevaux, actionnant deux dynamos à courant triphasé, et, par une transmission intermédiaire, la pompe qui alimente d'eau la ville de Caussade.

Le courant engendré par les dynamos, sous une tension de 5000 volts, est envoyé par-dessus les toits par une première ligne à Caussade, et par une seconde à Septfonds, distant de 7 kilomètres. Dans chacune de ces deux villes la tension de 5000 volts est réduite à la tension inoffensive de 120 volts, à l'aide de transformateurs, et le courant se trouve réparti dans tous les quartiers de la ville pour servir à l'éclairage public et à l'éclairage des particuliers.

L'éclairage de la ville de Caussade est réalisé à l'aide de 80 lampes à incandescence et de 9 lampes à arc, dont la répartition très judicieuse donne à la coquette cité un aspect des plus gais.

La régularité de fonctionnement de la station électrique et la facilité avec laquelle un employé dirige tout l'ensemble pendant la marche, font voir que la Société Alsacienne a réussi entièrement pour ce qui concerne l'étude technique de l'installation.

Champeix (Puy-de-Dôme). — *Éclairage.* — Les travaux de l'usine électrique qui doit éclairer Champeix et Plauzat sont poussés activement. On vient de mettre en place les turbines et leurs transmissions : les poteaux destinés à supporter les fils sont plantés jusqu'à Champeix; il ne reste plus qu'à s'occuper maintenant de poser les fils dans la direction de Plauzat. Nous sommes en droit d'espérer que sous peu les deux localités seront éclairées à la lumière électrique.

Les petites villes d'Auvergne, comme on le voit, veulent rivaliser avec la capitale.

Le Mans. — *Traction électrique.* — Dans une des dernières séances du Conseil municipal, M. Rubillard, maire du Mans, a donné les indications suivantes sur la question des tramways électriques (n° 75, **1895**, p. 4 et n°s 99-109, **1896**, p. 51 et 291).

L'entrepreneur avait demandé l'autorisation provisoire de commencer à ses risques et périls les travaux de façon à ce que la ligne pût être mise en exploitation aussitôt l'approbation officielle du projet obtenue.

En ce qui concerne le Conseil municipal, cette autorisation fut accordée. Mais il fallait également celle de M. le préfet, qui ne crut pas pouvoir la donner sans en référer au ministre.

Celui-ci qui, non consulté, eût volontiers fermé les yeux, ainsi que cela a été fait pour d'autres villes, ne pouvait, consulté directement, s'inscrire ouvertement contre la loi en donnant un avis favorable.

L'autorisation provisoire n'a donc pas été obtenue, et les travaux ne pourront commencer qu'une fois toutes les formalités remplies.

Or le dossier devant être soumis au Conseil d'État, il s'écoulera nécessairement, avant que celui-ci ait statué, un laps de temps assez considérable, qui rejettera jusqu'au printemps prochain l'inauguration et le fonctionnement des tramways électriques de la ville du Mans.

L'Isle-sur-le-Doubs (Doubs). — *Éclairage.* — L'installation de l'éclairage électrique est faite en partie. Depuis peu de temps, 250 lampes fonctionnent tant pour l'éclairage des rues que pour celui des particuliers, notamment pour les principaux cafés.

M. Camus, concessionnaire, a établi dans la rue du Moulin une usine provisoire où une machine à vapeur de 40 chevaux actionne une dynamo de 110 volts. Ce n'est qu'au printemps

prochain que l'usine de production sera définitivement installée dans les anciens moulins d'Appenans, où une chute d'eau sera utilisée dans des turbines qui actionneront des alternateurs.

Nous croyons savoir que l'énergie électrique sera employée non seulement pour la production de l'éclairage, mais qu'elle sera, durant le jour, utilisée sur place par une grande usine métallurgique.

Lyon. — *Traction électrique.* — Il est ouvert une enquête sur l'avant-projet dressé à la date du 30 octobre 1894, modifié depuis par la variante consistant à emprunter les quais de Vaise et Jayr et la rue de la Corderie, au lieu de la grande rue de Vaise, et présenté par la Société anonyme du Tramway d'Écully, en vue d'obtenir la concession d'une ligne de tramway, à voie de 1 mètre et à traction électrique, allant de Lyon (quai de Vaise) au bourg de Champagne (commune de Saint-Didier-au-Mont-d'Or), en suivant l'itinéraire ci-après :

Quais de Vaise et Jayr (partie commune avec le tramway de Saint-Cyr), la rue de la Corderie, la rue de Bourgogne, qui fait partie de la route nationale n° 6, que le tramway suivra jusqu'à Champagne, où il aura son terminus au droit de la place de l'Église.

Le dossier de cet avant-projet est déposé inclusivement, dans chacune des mairies de Lyon et de Limonest, pour être communiqué aux personnes qui voudraient en prendre connaissance.

Un registre sera ouvert, pendant le même temps et aux mêmes lieux, pour recevoir les observations auxquelles pourra donner lieu le projet présenté.

Meximieux (Ain). — *Inauguration de l'éclairage.* — Nous apprenons que tout dernièrement a eu lieu l'inauguration de l'éclairage de cette ville, dont il a déjà été question (n° 74, **1894**, p. 28 et n° 115, **1896**, p. 435). Nous enregistrons avec plaisir cette nouvelle station centrale.

Montpellier. — *Traction électrique.* — De temps en temps la question de l'établissement des tramways électriques à Montpellier (n°s 100, 111, **1896**, p. 75 et 340) fait un nouveau pas; c'est ainsi que nous apprenons que dernièrement la Commission spéciale des tramways électriques a, dans sa dernière séance, adopté le tracé des voies qui seront desservies par les tramways électriques.

Elle a apporté quelques modifications au cahier des charges qui va être soumis aux diverses Compagnies qui se proposent pour l'établissement des tramways.

Après leur réponse, la question sera alors soumise au Conseil municipal.

Sotteville (Seine-Inférieure). — *Éclairage.* — Le traité de la commune de Sotteville avec le gaz a encore douze ans à courir. Aucune réserve ne s'y trouvant insérée pour un autre mode d'éclairage, il est probable que la Société qui devait se former pour l'éclairage électrique renoncera à ses projets, d'autant plus que le cahier des charges rend responsable cette Société de tous dommages-intérêts et des frais de procès.

Rien ne servirait de passer outre, puisque, si la Compagnie européenne du gaz qui éclaire Sotteville obtenait gain de cause, l'usine électrique serait obligée de disparaître.

Un seul moyen reste à Sotteville pour être éclairée à l'électricité, c'est de provoquer un renouvellement de traité avec la Compagnie du gaz et d'insérer dans ce renouvellement des réserves pour tout autre mode d'éclairage.

Trie (Hautes-Pyrénées). — *Inauguration de l'éclairage.* — C'est par une brillante fête que la ville de Trie inaugurait il y a peu de jours son nouvel éclairage. Dès six heures du soir, nous annonce une feuille locale, la lumière électrique resplendissait partout et faisait pressentir une charmante soirée.

Un banquet a réuni les invités dans la mairie et plusieurs toasts ont été portés par M. Moisel, maire, M. Bergez, concessionnaire de l'usine électrique, etc., etc.

ÉTRANGER

Anvers. — *Éclairage.* — Nous apprenons qu'une commission spéciale vient de proposer au Conseil communal :

1° D'autoriser l'établissement à titre d'essai au quai de l'Entrepôt, d'une installation de lumière électrique.

2° D'accorder une somme de 5000 fr pour faire face, sur le pied de l'évaluation, à la dépense que nécessitera la susdite installation;

3° D'agréer que les lampes électriques soient allumées au service des intéressés qui en feront la demande, moyennant pour eux de payer par lampe-heure 0,50 fr, chaque demi-heure commencée se calculant pour une demi-heure entière.

La Compagnie Hydro-Électrique Anversoise, n'ayant pas trouvé, dans la production de la lumière électrique par le moyen de l'eau sous pression, les avantages économiques que l'on prévoyait, a renoncé à ce mode de production. Elle désirerait exclusivement produire de l'énergie électrique en employant la vapeur; elle vient d'adresser une demande à cet effet. Le Collège croit qu'il y a lieu d'accueillir la demande, sauf à la Compagnie à desservir la clientèle « eau » s'il s'en présente une.

Bamberg (Allemagne). — *Traction électrique.* — La municipalité de la ville de Bamberg vient de décider la création d'un réseau de tramways électriques d'une longueur circulaire de 12 km.

Le matériel électrique est fourni par la Société d'exploitation des procédés électriques Walker.

Il se compose de douze voitures automotrices munies chacune de deux moteurs Walker de 25 chevaux commandés par le dernier type de contrôleur à interrupteur rapide.

L'énergie électrique sera fournie par deux génératrices Walker tournant à 650 tours par minute. La ligne aérienne est tout entière sur poteaux en acier.

Bex (Suisse). — *Éclairage.* — Le Conseil d'État vient d'accorder à la commune de Bex la concession des forces motrices de l'Avançon, dès la Peufaire au pont de Sublin, ainsi que le droit de placer la conduite dans la forêt de la Larze. Ainsi pourra se résoudre prochainement la question de l'éclairage électrique, peut-être d'un tramway, tout en laissant disponible une force motrice assez considérable. Nous apprenons également que la direction de la Compagnie du Saint-Gothard vient de décider d'éclairer la gare d'Erstfeld, une des plus fréquentées de son réseau, au moyen de la lumière électrique. L'énergie nécessaire serait fournie par une rivière voisine, le Alpbach.

Lugano. — *Traction électrique.* — Nous lisons, dans une feuille italienne, que la Société des tramways électriques est autorisée à établir un nouveau tronçon desservant la station de chemin de fer du Saint-Gothard et passant par la via Cantonale; au besoin, une autre ligne circulaire desservira cette même station et Geretta.

Portsmouth (Angleterre). — *Traction électrique.* — *The Railway World* nous apprend qu'une commission spéciale nommée par le Conseil municipal de Portsmouth a été appelée à statuer sur les conditions d'établissement des tramways électriques. Le coût total des lignes actuelles est évalué à 150 000 fr et leur transformation en lignes à traction électriques s'élèverait à environ 225 000 fr, soit un total de 375 000 fr. L'énergie électrique serait fournie à la Société concessionnaire par la Compagnie d'électricité qui éclaire la ville.

LES LAMPES A ARC DE 80 VOLTS

On sait que les lampes à arc ordinaire et à courant continu absorbent de 45 à 50 volts, et que leur fonctionnement normal et régulier sur les réseaux de distribution en dérivation oblige à les coupler par deux en série, en absorbant dans une résistance 25 à 30 volts. C'est même la présence de cette résistance indispensable qui a fait choisir le chiffre de 110 volts comme potentiel normal de distribution directe presque universellement adopté aujourd'hui.

Est-il possible de faire fonctionner sur cette différence de potentiel une lampe à arc unique dans des conditions équivalentes de rendement? L'expérience a répondu oui et le problème a été résolu en remplaçant la lampe à arc *court*, fonctionnant à l'air libre, par une lampe à arc *long*, fonctionnant dans une atmosphère de gaz inertes, à la pression ordinaire.

Les premières recherches dans cette voie ont déjà été signalées à nos lecteurs en 1893, lorsque nous leur avons présenté la lampe à arc incandescent de M. L.-B. Marks [1]. Mais cette lampe consommait 9,5 ampères et 55 volts. Depuis 1893, la question a été étudiée et développée; on a été conduit à augmenter la différence de potentiel et à réduire le courant.

L'appareil construit à la suite de ces recherches poursuivies simultanément de différents côtés, porte le nom de lampe Manhattan en Amérique et de lampe Jandus en Angleterre. Elle commence à faire son apparition en France et mérite, par cela même, d'être présentée à nos lecteurs.

La lampe Manhattan ou Jandus consiste, en principe, en un arc voltaïque enfermé dans un double globe dont le second, fermé par une petite soupape, permet la dilatation de l'air sous l'action de la chaleur développée par l'arc. La combustion des charbons placés dans ces conditions se trouve extrêmement retardée et leur renouvellement ne se fait, suivant leur longueur, que toutes les 150 à 200 heures.

L'arc obtenu dans le mélange de gaz peu favorable à la combustion des charbons présente un aspect tout spécial : le charbon positif supérieur est à peine creusé, le charbon négatif inférieur est presque plan; leur distance normale est environ 8 mm pour un arc de 80 volts. Le mécanisme de la lampe est des plus simples : il comporte seulement un solénoïde monté en série avec l'arc et la résistance, et en dérivation sur la différence de potentiel constante fournie par la distribution d'énergie électrique. Le charbon supérieur agit par son propre poids pour son avancement : le charbon inférieur est fixe, mais l'usure est tellement faible que la lampe est, pratiquement, à point lumineux fixe. Après usure du charbon positif, le charbon négatif est repris pour former charbon positif, tandis qu'on replace un négatif neuf. On ne renouvelle ainsi qu'un seul charbon à chaque opération.

D'après les expériences faites par MM. Houston et Kennelly, la consommation de charbon d'une lampe absorbant 110 volts (y compris la résistance), 5,6 ampères et 616 watts, est de 1,4 mm par heure pour le charbon positif et de 0,6 mm seulement pour le charbon négatif, les deux charbons homogènes ayant 12,5 mm de diamètre. La différence de potentiel absorbée par la lampe même est de 80 volts, et celle absorbée par la résistance, de 30 volts. La longueur de l'arc ainsi obtenu dégage le cratère positif et diminue l'ombre portée par le charbon négatif.

Les essais photométriques ont été faits à l'aide de deux globes *clairs* en prenant comme étalon fondamental la lampe Hefner à l'acétate d'amyle et comme étalon secondaire une lampe à incandescence consommant 2,5 watts par bougie.

Les intensités dans les différentes directions sont exprimées en bougies anglaises; les angles négatifs sont ceux au-dessus de l'horizon.

Angles en degrés.	Intensités en candles.
— 25° 30′	141
— 19° 30′	145
— 8° 15′	177
3° 30′	189
15° 0′	396
23° 30′	1148
34° 30′	869
41° 45′	920
47° 45′	1025
52° 45′	1032
56° 45′	1035
60° 0′	931

Au point de vue de la répartition de la lumière, et en représentant par 100 l'intensité lumineuse maxima, la comparaison de la lampe à long arc et de la moyenne de 25 lampes à arc long mesurées par M. Wybauw, de Bruxelles, fournit les chiffres suivants : (Les angles sont mesurés au-dessous de l'horizon.)

Angles en degrés.	Lampe à long arc.	Lampe à arc court.
0°	»	20,8
3°	16,5	»
10°	»	40,1
15°	34,5	»
20°	»	61,2
26° 30′	100,0	»
30°	»	87,1
34° 30′	76,7	
40°	»	100,0
41° 45′	80,1	»
47° 45′	89,3	»
50°	»	80,7
52° 45′	90,0	»
56° 45′	90,0	»
60°	81,1	45,7

Les avantages revendiqués par les constructeurs en faveur de la lampe à long arc sont les suivants :

1° Diminution du nombre des parties mobiles et réduction, de ce fait, du prix des réparations.

2° Économie dans le renouvellement des charbons.

3° Facilité de dispositions artistiques, la lampe présentant moins de longueur.

4° Diffusion parfaite de la lumière, sans aucun point éclatant au milieu du globe.

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, du 10 août 1893, n° 43, p. 450.

5° Économie dans l'emploi d'une seule lampe sur un circuit à 110 volts.

6° Alimentation régulière de l'arc.

7° Longue durée, quantité précieuse pour l'éclairage des vitrines et des devantures de magasin, pour lesquelles il suffit de renouveler les charbons au moment où l'on renouvelle aussi l'étalage.

8° Réduction des risques d'incendie par l'emploi d'un double globe.

En Amérique, 10 000 lampes Manhattan ou Jandus ont déjà été mises en service sur les réseaux à courant continu par plus de 100 stations centrales.

Au point de vue de l'usure des charbons, après 150 heures de combustion du charbon supérieur, il en reste encore suffisamment pour faire un nouveau service de 150 heures comme charbon inférieur, de sorte qu'en comptant un service de 10 heures par jour (éclairage public) le prix des charbons ne dépasse pas 2,5 fr par an. Pour un service restreint de 4 heures par jour en moyenne et de 300 jours par an (éclairage privé, magasins, etc.), la dépense n'est que de 80 centimes.

L'économie réalisée sur l'entretien et le remplacement des charbons est également très appréciable : la *Brooklyn Edison Company* l'estime, pour l'éclairage public, à 75 fr par lampe et par an.

Une lampe à arc Jandus mise sur un circuit ordinaire oblige à intercaler une résistance absorbant de 28 à 30 volts, ce qui, pour un courant de 5 A, représente 140 à 150 watts. Avec une lampe à arc ordinaire, la résistance intercalée absorbe 13 à 15 volts pour chacun des deux foyers en tension fonctionnant à 10 ampères, soit 260 à 300 watts pour les deux lampes, et 130 à 150 watts pour chacune d'elles. L'utilisation de l'énergie électrique dans l'arc est donc pratiquement la même dans les deux systèmes.

On voit, d'après ce que nous venons de dire, que la lampe à long arc semble présenter de nombreux avantages sur la lampe classique, à arc court et à combustion dans l'air. Mais qui n'entend qu'une cloche n'entend qu'un son : nous mettrons sous les yeux de nos lecteurs, dans un prochain article, les objections soulevées par ses détracteurs. É. Hospitalier.

SUR LA RÉSISTANCE AU CONTACT
SUR LES COLLECTEURS

MM. Cox et Buck ont fait, en 1895, au Columbia College, des expériences sur l'influence de la pression dans la résistance au contact des balais de diverse nature, employés dans les machines dynamos, et déterminé les pertes par frottement de ces mêmes balais. Toutefois, ils ne pensèrent pas que l'intensité du courant pût avoir une influence sur la résistance au contact, et par suite n'étudièrent point l'effet de la variation de la densité de courant.

MM. H. J. Edsall et M. C. Rorty viennent de reprendre des recherches analogues, mais en étudiant l'influence de ce dernier facteur; ils ont été conduits à des résultats assez singuliers.

L'appareil qu'ils ont employé était formé d'un collecteur de 156 mm de diamètre, comprenant 64 lames en cuivre dur, et monté sur un arbre muni d'une poulie à son extrémité, de façon à pouvoir lui imprimer une vitesse déterminée. Une lame de cuivre enroulée autour d'une des extrémités, et soudée soigneusement à chaque lame, assurait la communication entre les deux balais. Les résultats obtenus avec les diverses sortes de balais métalliques ont été pratiquement les mêmes; quant aux balais en charbon, les différences constatées paraissaient plutôt provenir de l'état de la surface du collecteur, que des balais eux-mêmes.

Les principales observations ont été faites sur un balai métallique d'une dynamo Edison, ayant une surface de contact de 2,6 cm², et sur un balai en charbon du type Eickemeyer, employé sur une machine Weston de 20 arcs.

Le fait le plus intéressant qui se dégage de ces expériences, est que la chute de potentiel est presque indépendante du courant, surtout avec les balais en métal. Dans certains cas, des balais métalliques ont même donné une chute plus faible avec un fort courant qu'avec une faible intensité. C'est ainsi que pour 4 millioniémes d'ampère la chute a été trouvée de 1,6 volt, tandis qu'elle était de 0,7 volt avec 50 ampères. Autrement dit, la résistance était, dans un cas, 400 000 ohms, et 0,014 ohm dans l'autre.

Les auteurs expliquent ce résultat en supposant que la couche qui recouvre la surface du collecteur est pratiquement non conductrice, et que chaque intensité la détruit d'une façon différente. Les faits suivants viennent à l'appui de cette théorie : 1° si l'on frotte la surface avec du papier de verre, la résistance devient pratiquement nulle; 2° si l'on huile la surface, on obtient à peu près le même résultat (avec des balais métalliques) la couche étant probablement ramollie. L'effet de l'huile n'est d'ailleurs que momentané.

L'influence de la vitesse de rotation paraît être nulle : on constate bien une petite augmentation de la résistance quand la vitesse augmente, mais les auteurs l'attribuent aux vibrations.

La pression des balais n'a qu'une influence peu marquée sur la résistance au contact. Ainsi la résistance d'un balai métallique n'a diminué que de 12 pour 100 quand on a porté la pression de 0,07 kg à 0,4 kg par cm². Celle d'un balai en charbon a diminué de 28 pour 100 en portant la pression de 0,035 kg à 0,39 kg par cm².

Dans les conditions ordinaires de marche, les balais en métal ou en charbon paraissent tendre vers un état limite, dans lequel la résistance varie en raison inverse du courant. F. Drouin.

LES

STATIONS CENTRALES D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE A PARIS

Les stations centrales d'énergie électrique à Paris, malgré les difficultés de toutes sortes qui se sont présentées jusqu'ici, ont pris rapidement un accroissement extraordinaire. Nous avons déjà suivi leur marche depuis 1888, et nous avons publié diverses statistiques dans ce journal (nº 19 du 10 octobre 1892, p. 411 ; nº 68 du 25 octobre 1894, p. 466, et nº 93 du 10 novembre 1895, p. 482). Nous allons faire connaître l'état actuel de la distribution de l'énergie électrique à Paris, en utilisant les renseignements que nous avons pu nous procurer dans des visites personnelles de toutes les usines et auprès des administrations des secteurs.

I. — Généralités sur les stations centrales de Paris.

Les secteurs concessionnaires de la Ville de Paris sont actuellement au nombre de six; le secteur de la rive gauche est venu s'ajouter aux précédents et a commencé son exploitation régulière au commencement de cette année. En comptant le réseau de distribution municipale, la Ville de Paris est donc pourvue actuellement de 7 réseaux de distribution. Comme le montre la carte ci-jointe, la surface totale de Paris est comprise dans les divers secteurs accordés. En certains endroits, plusieurs secteurs occupent ensemble la même surface; en d'autres points au contraire la distribution n'est assurée par aucune Compagnie. Mais les Compagnies n'hésitent pas à prolonger parfois leurs canalisations pour desservir un de ces points.

Divers changements sont survenus dans les usines afin d'augmenter la puissance utile : nous analysons plus loin ces divers changements.

En ce qui concerne les appareils à employer pour éviter la fumivorité, l'on attend toujours les décisions de la commission municipale d'expériences, nommée déjà depuis plusieurs années pour approuver un bon appareil fumivore.

Plusieurs usines ont déjà été établies en dehors de Paris et transmettent l'énergie électrique à l'intérieur de la ville. La Société d'Éclairage et de Force par l'électricité vient d'entreprendre à ce sujet une expérience de la plus haute portée. Elle a établi dans l'usine de Saint-Ouen deux alternateurs à courants diphasés Hutin et Leblanc, qui effectuent la transmission à haute tension et alimentent à l'arrivée des transformateurs rotatifs à courants continus (panchahuteurs). Si l'on examine tous les progrès que les courants polyphasés ont déjà permis de réaliser pour la transmission électrique de l'énergie à distance, on peut affirmer qu'avant peu les usines génératrices n'existeront plus à l'intérieur des villes, mais qu'elles seront établies au dehors, à de grandes distances, en un endroit où se trouveront toutes les facilités d'exploitation. La transmission à distance se fera par courants polyphasés avec transformation en courants continus aux points d'utilisation, ou utilisation directe à basse tension. Nous en avons un premier exemple dans Paris.

Les canalisations électriques souterraines dans Paris se trouvent en assez bon état; quelques-unes sont cependant, sinon complètement mauvaises, du moins défectueuses en bien des endroits. Il faut remarquer cependant que la vérification de l'état des lignes se fait régulièrement, et que les branchements d'abonnés sont soignés. On a eu à déplorer quelques accidents sur conduites de gaz, qui prouvent que la surveillance concernant les canalisations ne doit pas être relâchée. On emploie actuellement dans Paris 2 systèmes de canalisation en cuivre nu dans caniveaux, 2 systèmes de canalisation en câbles sous plomb et armés, posés directement dans le sol, sans compter les câbles concentriques sous plomb et armés placés en terre pour les distributions par courants alternatifs.

Les canalisations électriques intérieures sont de plus en plus soignées et en particulier en ce qui concerne les installations mixtes à gaz et à électricité. Les lustres, appliques ou autres appareils mixtes sont toujours pourvus de raccords isolants. Il est nécessaire d'être très sévère en ce qui concerne des isolements de toutes ces installations, qui constituent toujours le point faible dans une distribution d'énergie électrique.

Pour les appareils d'utilisation, les lampes à arc semblent avoir été notablement améliorées surtout pour les faibles débits. Un très grand nombre de lampes à incandescence sont de provenance étrangère, à bas prix; elles ne durent pas, le culot se détache bientôt, et le fonctionnement est des plus défectueux. Il serait nécessaire de faire justice de toutes ces mauvaises lampes.

Les moteurs électriques commencent à être utilisés davantage, soit pour usages divers, soit pour ascenseurs. Il est nécessaire de prendre diverses précautions pour l'isolement de ces appareils.

Telles sont, rapidement résumées, les réflexions générales qu'inspirent actuellement les distributions d'énergie électrique dans Paris.

II. — Accroissement de la puissance des stations centrales.

Comme nous le disions plus haut, presque tous les secteurs ont été obligés de prendre des dispositions pour augmenter leur puissance utile.

La **Compagnie continentale Edison**, dans la station Drouot, remplace 4 chaudières Babcok et Wilcox par 4 chaudières Belleville plus puissantes, et installe une dynamo-moteur Willans de 400 kw. A la station de l'avenue Trudaine, elle vient de faire installer 2 machines Corliss pilons construites par M. Bonjour, de 750 chevaux chacune, actionnant une dynamo Brown à 2 anneaux et 2 collecteurs de 600 kw. A la station du Palais-Royal, une

TABLEAU SYNOPT

Tro

STATIONS CENTRALES ET USINES.	CHAUDIÈRES.	MOTEURS.	DYNAMOS.
			COMPAGNIE
STATION DROUOT, *8, rue du Faubourg-Montmartre.*	4 chaudières Belleville, donnant chacune 3600 kg de vapeur par heure à la pression de 15 kg : cm² (en montage). 4 chaudières Belleville fournissant chacune 2100 kg de vapeur par heure à 15 kg : cm².	2 moteurs Corliss horizontaux de 300 chevaux, l'un à 45 tours par minute et l'autre à 62. 2 moteurs pilon verticaux à triple expansion Weyher et Richemond de 300 chevaux à 132 tours par minute. 1 moteur Willans de 580 chevaux à 300 tours par minute (en montage).	8 dynamos Edison de 800 A, à 130 8 pôles (100 kw), à 350 tours par mi en tension, 4 en quantité, command courroies. 1 dynamo Fives-Lille de 130 volts de (400 kw), commandée directement.
STATION TRUDAINE, *11, avenue Trudaine.*	3 chaudières Belleville fournissant 3000 kg de vapeur par heure, à la pression de 15 kg : cm². 6 chaudières Belleville donnant 3600 kg de vapeur par heure dans les mêmes conditions.	4 moteurs pilon verticaux à triple expansion. Weyher et Richemond à 3 cylindres de 300 chevaux à 132 tours par minute. 2 machines Corliss pilons de 750 chevaux à 105 tours par minute (en montage).	8 dynamos Edison de 800 A à 130 volts à (100 kw), à 132 tours par minute; 2 sion, 4 en quantité; commandées d ment à l'aide de plateaux Raffard. 2 dynamos Brown à 2 anneaux et 2 coll chacune de 600 kw, 130 volts et 45 105 tours par minute, attelées direc sur l'arbre.
STATION DU PALAIS-ROYAL, *Cour d'honneur.*	5 chaudières Belleville produisant chacune 1850 kg de vapeur par heure, à la pression de 12 kg : cm².	7 moteurs pilon verticaux à triple expansion, Weyher et Richemond de 150 chevaux à 160 tours par minute.	7 dynamos Edison de 800 A à 125 volts (1 à 350 tours par minute, command courroies.
SOUS-STATION SAINT-GEORGES, *38, rue Saint-Georges.*	Néant.	Moteur électrique Edison de 250 A à 120 volts (55 kw), branché sur le réseau, à 700 tours par minute.	1 dynamo Edison de 350 A à 90 volts, co dée directement par le moteur éle à l'aide d'un plateau Raffard.
			SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉCLAIRAGE ÉLECTR
STATION CENTRALE DU SECTEUR, *53, rue des Dames.*	12 chaudières de Nœyer fournissant chacune 2500 kg de vapeur par heure à la pression de 8 kg : cm². Épurateur Dervaux.	3 moteurs à vapeur horizontaux Corliss à 1 cylindre sans condensation, 500 chevaux à 64 tours par minute. 3 moteurs verticaux compound à échappement libre, 500 chevaux à 64 tours par minute. 3 moteurs Armington horizontaux à 2 cylindres de 150 chevaux à 240 tours par minute. 2 moteurs pilons compound à détente variable à la main de 100 chevaux à 240 tours par minute.	: dynamos à 8 pôles à collecteur exté 500 volts, 700 A, soit 350 kw, comm directement par les moteurs hori Corliss et verticaux compound. 3 dynamos shunt à 2 pôles de 25 250 volts, soit 62,5 kw, à 385 tours nute, commandées par courroies. 2 dynamos à collecteur extérieur de 25 250 A, soit 62,5 kw à 240 tours par commandées directement par les m pilons (survolteurs pour la charge de mulateurs).
			USINE MUNICIPALE D'ÉL
STATION CENTRALE, *Rue Vauvilliers, aux Halles centrales.*	6 chaudières Belleville fournissant 1500 kg de vapeur par heure à la pression de 15 kg : cm².	3 moteurs Weyher et Richemond à triple expansion, 150 chevaux à 160 tours par minute. 3 moteurs Lecouteux et Garnier, genre Corliss, à condenseur en tandem, 170 chevaux à 180 tours par minute.	6 dynamos Edison à 2 pôles, 330 A, 12 soit 40 kw, à 600 tours par minute mandées par courroies. 3 dynamos Ferranti à courants altern 2400 volts, 46 A, soit 110 kw, à 350 to minute, commandées par transm avec câbles. 4 dynamos Desroziers de 250 A, 120 à 17 soit au maximum 42,5 kw, pour la des accumulateurs.

SECTEURS DE PARIS

n.

SYSTÈME DE DISTRIBUTION.	CANALISATION.	TRANFORMATEURS ET ACCUMULATEURS.	PUISSANCE TOTALE EN KILOWATTS.	OBSERVATIONS.
LE EDISON				
tion par feeders et cir- coniques en boucle à 3 fils volts). Courants continus.	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton, recouverts par des plaques d'ardoise.	2 batteries de 70 éléments en tension, de la Société pour le Travail électrique des métaux, d'une capacité de 3000 ampères-heure. Débit maximum 1050 A.	1200 (Machines). 250 (Accumulateurs).	Les trois usines (Drouot, Trudaine et Palais-Royal) sont montées en quantité pour le grand service de la soirée; dans la journée l'une d'elles assure la consommation et fournit l'énergie à la charge des accumulateurs de la sous-station Saint-Georges.
tion par feeders et cir- coniques en boucle à 3 fils volts). Courants continus	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton, recouverts par des plaques d'ardoise.	Néant.	1400	Les machines Corliss pilons sont formées de deux cylindres verticaux laissant entre eux un grand espace, dans lequel sont placés les deux anneaux de chaque machine, montés directement sur l'arbre.
tion par feeders à 3 fils volts). Courants continus.	Câbles isolés placés en égout.	Néant.	700	Deux survolteurs sont installés pour permettre le couplage en quantité de la station avec les autres stations du secteur.
us-station est destinée à enir constante la diffé- de potentiel en quelques éloignés, au centre de mmation.	Néant.	2 batteries de 74 éléments Tudor en tension de 2800 ampères-heure. Débit maximum 700 A.	170 (Accumulateurs).	Les accumulateurs sont chargés par le réseau en nombre variable pour atteindre la différence de potentiel de distribution; le surplus est chargé par le transformateur à courants continus. Un tableau de distribution permet de mettre en charge ou en décharge.
CTEUR DE LA PLACE CLICHY				
tion par feeders à 5 fils volts (4.110 volts), avec nsateurs à 4 dynamos, s en ville dans des stations trices, ainsi que des ac- lateurs.	Câbles isolés sous plomb, et armés (système Siemens) placés directement dans le sol dans une couche de sable fin. Boîtes de distribution et de dérivation hermétiquement fermées.	2 batteries de 250 éléments de la Société pour le Travail électrique des métaux, 500 volts, 2100 ampères-heure, au débit de 250 A. 1 batterie de 260 éléments Tudor, 500 volts, 3000 ampères-heure, au débit de 600 A.	2600 (Dynamos). 400 (Accumulateurs).	Station centrale unique avec sous-stations de réglage. Canalisation électrique en très bon état; isolement très élevé. Emploi du compteur Aron. Les dynamos et le matériel sont fournis par la Société alsacienne de constructions mécaniques de Belfort.
ES HALLES CENTRALES				
tion par feeders à 3 fils, 0 volts. tion par feeders à 2400 Circuits séparés.	Câbles isolés portés sur isolateurs dans des caniveaux en béton. Câbles Siemens sous plomb et armés. Câbles isolés dans des moulures en bois sulfaté placées dans des caniveaux en béton.	2 batteries de 72 accumulateurs de la Société pour le Travail électrique des métaux, de 2000 ampères-heure. Transformateurs chez les abonnés.	240 (Dynamos). 100 (Accumulateurs). 330 (Alternateurs).	Cette station assure l'éclairage des Halles centrales, l'éclairage public du square de la tour Saint-Jacques et de diverses rues, et distribue l'énergie électrique à quelques abonnés. Pendant la journée, les 4 dynamos Desroziers peuvent être actionnées par 2 moteurs à vapeur Lecouteux et Garnier, uniquement pour la charge des accumulateurs.

STATIONS CENTRALES ET USINES.	CHAUDIÈRES.	MOTEURS.	DYNAMOS.
			SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉCL
STATION DE SAINT-OUEN, *quai de Seine.*	10 chaudières tubulaires Roser fournissant chacune 2000 kg de vapeur par heure, à la pression de 12 kg : cm².	4 groupes de 2 machines horizontales Lecouteux et Garnier, type Corliss, accouplées par 2 sur un même volant, d'une puissance de 150 chevaux chacune, à 65 tours par minute. Transmission intermédiaire pour commander les dynamos. 2 machines monocylindriques Garnier de 350 chevaux chacune.	8 dynamos Marcel Deprez à double a courants continus, de 2500 volts e 600 tours par minute, soit 72 kw. 4 dynamos Hillairet de 250 A et 120 v 30 kw, pour excitation et divers. 2 dynamos Gramme type supérieur p tation de 300 A et 120 volts, soit 36 k 2 alternateurs Hutin et Leblanc de chacun de 88 volts à courants diph fréquence de 42 périodes par secon 1 dynamo Thury de 500 A et 120 v 60 kw pour l'excitation des altern 1 dynamo verticale de 1200 volts, 2 arcs en tension.
STATION BONDY, 70, *rue de Bondy.*	4 chaudières Belleville donnant chacune 1500 kg de vapeur par heure, à la pression de 15 kg : cm². 2 chaudières Belleville donnant chacune 2200 kg de vapeur par heure dans les mêmes conditions.	2 moteurs pilon verticaux à triple expansion, Weyher et Richemond de 150 chevaux, à 160 tours par minute, commandant les dynamos par courroie. 1 machine Farcot horizontale de 600 chevaux à 70 tours par minute. 2 turbines Laval de 300 chevaux chacune, tournant à 750 tours par minute.	2 dynamos Desroziers 750 A, 130 v 97.5 kw à 260 tours par minute. 1 dynamo Desroziers de 400 kw, ! 3000 A, à 70 tours par minute. 2 groupes de 2 machines Gramme de 120 volts et 750 tours par minute groupe est commandé directemen turbine Laval.
STATION DES FILLES-DIEU, 13, *rue des Filles-Dieu.*	4 chaudières semblables aux précédentes. 1 chaudière semblable donnant 2200 kg de vapeur par heure.	4 moteurs semblables, commandant directement les dynamos par joints Raffard. 1 moteur même type, commandant une dynamo par courroie.	4 dynamos Desroziers semblables, à par minute. 1 dynamo Desroziers semblable à 26 minute.
STATION DE LA GARE DU NORD, 183, *Faubourg-Saint-Denis*	2 chaudières semblables aux précédentes. 1 chaudière Solignac de 2000 kg de vapeur par heure à 12 kg : cm².	2 moteurs pilon verticaux Weyher et Richemond à triple expansion de 150 chevaux à 160 tours par minute, commandant directement les dynamos. 2 moteurs électriques (réceptrices) Marcel Deprez à double anneau à courants continus, 2400 volts, 30 A à 600 tours par minute. 1 moteur pilon vertical Weyher et Richemond de 150 chevaux à 165 tours par minute, commandant la dynamo par courroie.	2 dynamos Desroziers semblables, a par minute. 4 dynamos Edison à 2 pôles, 175 v soit 41 kw, actionnées directem réceptrices à l'aide de joints Raf chaque réceptrice. 1 dynamo Desroziers de 97,5 kw à par minute.
STATION BARBÈS, 11, *boulevard Barbès.*	Néant.	3 moteurs électriques semblables aux précédentes, actionnant chacun directement 2 dynamos.	6 dynamos Edison semblables aux p 4 dynamos Breguet à 2 pôles, 150 v soit 45 kw.
STATION DE LA VILLETTE, 1, *quai de la Loire.*	2 chaudières Belleville donnant chacune 1500 kg de vapeur par heure, à la pression de 15 kg : cm².	2 moteurs verticaux Weyher et Richemond de 150 chevaux à 160 tours par minute, commandant directement les dynamos à l'aide de joints Raffard.	2 dynamos Desroziers 750 A, 130 97.5 kw, à 160 tours par minute.
STATION DES ABATTOIRS ET MARCHÉS AUX BESTIAUX DE LA VILLETTE.	2 chaudières Roser de 160 m² de surface de chauffe donnant 1600 kg de vapeur par heure à 12 kg : cm².	2 moteurs à vapeur horizontaux Corliss à condensation de M. Garnier de 160 chevaux à 70 tours par minute.	2 dynamos Desroziers à 10 pôles 800 A à 120 volts, commandées d par les machines à vapeur.
			SOCIÉTÉ ANONYME
STATION CENTRALE, 39, *quai d'Issy à Issy (Seine).*	7 chaudières type Creusot donnant chacune 3000 kg de vapeur par heure à la pression de 12 kg : cm².	3 machines horizontales compound du Creusot de 700 chevaux à 125 tours par minute. 2 machines horizontales compound à un seul cylindre de 125 chevaux à 200 tours par minute.	3 alternateurs Zipernowski de à 3000 volts, à 40 pôles induct fréquence de 42 périodes par sec mandés directement. 2 dynamos à courants continus Gan de 70 kw (110 volts et 650 A), à 2 minute, commandées directeme tion).

SYSTÈME DE DISTRIBUTION.	CANALISATION.	TRANSFORMATEURS ET ACCUMULATEURS.	PUISSANCE TOTALE EN KILOWATTS.	OBSERVATIONS.
FORCE PAR L'ÉLECTRICITE				
ion à haute tension avec rmateurs à courants con- feeders : 1 pour boule- rbès, 1 pour gare du Paris, 1 pour Asnières, Saint-Denis. Distribution olts. ion à haute tension avec rmateurs de courants s en courants continus huteur) : 1 feeder pour du Landy, 1 feeder pour de la Chapelle, 1 feeder gare du Nord (station ourg Saint-Denis). Dis- n à 110 volts.	En dehors de Paris, canalisation aérienne sur poteaux avec isolateurs, le long des voies du chemin de fer du Nord jusqu'aux fortifications. Dans Paris, câbles isolés dans caniveaux avec isolateurs.	Batterie de faible puissance pour réglages. 2 transformateurs au départ des courants diphasés à 88 volts transformant en courants diphasés à 6000 volts.	1100	L'énergie électrique à basse tension est distribuée dans le voisinage aux ateliers du chemin de fer du Nord, à la Société pour le travail des métaux, à la Société des wagons-lits, cabestans, etc. La dynamo de 1200 volts alimente 2 séries en quantité de 21 arcs en tension chacune à la Société de constructions à Saint-Denis.
on par feeders à 2 fils.	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton.	Batterie de 65 éléments de la Société pour le Travail électrique des métaux, d'une capacité de 2000 ampères-heure. Débit normal 500 A.	1000 (Machines). 60 (Accumulateurs).	
on par feeders à 2 fils.	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton.	Batterie semblable à la précédente.	500 (Machines). 60 (Accumulateurs).	
on par feeders à 2 fils.	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton.	Batterie de 68 éléments semblables de 4000 ampères-heure. Débit normal 500 A.	375 (Machines). 70 (Accumulateurs).	Les stations Bondy, des Filles-Dieu, de la gare du Nord, Barbès et de la Villette sont toutes montées en quantité sur le réseau de distribution.
on par feeders à 2 fils.	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton.	1 panchahuteur (en installation).		
ion par feeders à 2 fils.	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton.	Batterie de 70 éléments semblables de 3300 ampères-heure. Débit normal 500 A.	146 (Machines). 65 (Accumulateurs).	
ion par feeders à 2 fils.	Câbles en cuivre nu sur isolateurs en porcelaine dans des caniveaux en béton.	Batterie de 67 éléments semblables de 1400 ampères-heure. Débit normal 500 A.	200 (Machines). 36 (Accumulateurs).	
ion à deux fils.	Câbles aériens dans les abattoirs.	Néant.	200	Cette usine est spéciale aux abattoirs.
DE LA RIVE GAUCHE				
tion par feeders à 3000 volts ants alternatifs.	Câbles Felten et Guillaume concentriques isolés au papier et au jute, sous plomb et armés, posés dans le sol. Ces câbles ont été fabriqués par la Société industrielle des téléphones.	Néant.	1200	Ce secteur est encore en installation; il effectue la distribution de l'énergie électrique depuis janvier 1896.

STATIONS CENTRALES ET USINES.	CHAUDIÈRES.	MOTEURS.	DYNAMOS.
			COMPAGNIE PARIS
I. Réseau à haute tension. α. STATIONS CENTRALES 1° *Station Richard-Lenoir*, 35, boulevard Richard-Lenoir (primaire).	4 chaudières Babcok et Wilcox produisant chacune 3000 kg de vapeur par heure, à la pression de 12 kg : cm². Économiseurs et épurateurs.	4 moteurs à vapeur verticaux à triple expansion, Weyher et Richemond de 300 chevaux à 135 tours par minute. 1 moteur à vapeur horizontal à condensation Duvergier, de 500 chevaux à 70 tours par minute. 1 moteur à vapeur horizontal Duvergier, de 120 chevaux à 90 tours par minute.	8 dynamos Desroziers de 400 volts, 2… 100 kw, à 8 pôles, à 135 tours par … commandées à l'aide de joints Ra… 2 dynamos Desroziers semblables, c… dées par courroies à 260 tours par m… 8 dynamos excitatrices Rechniewski c… dées par courroies : de 100 A, 100 v… 10 kw, à 800 tours par minute.
2° *Station Saint-Fargeau*, 8 et 10, rue Saint-Fargeau (primaire).	10 chaudières Cornwaldt produisant chacune 1600 kg de vapeur par heure, à la pression de 8 kg : cm².	3 moteurs à vapeur horizontaux compound à 2 cylindres de 500 chevaux à 42 tours par minute. 1 moteur horizontal à 2 cylindres accouplés de 50 chevaux à 125 tours par minute.	2 dynamos de la Société Alsacienne … de 250 A, 500 volts, soit 125 kw, à 1… par minute. 1 dynamo semblable à la précédente … namo Edison de 250 A, 400 volts, soit … à 160 tours par minute. 3 dynamos Thury de 250 A et 1100 v… 275 kw, à 200 tours par minute. 8 dynamos Sautter Harlé excitatrices … 100 volts, 10 kw à 800 tours par min… 1 dynamo Thomson-Houston de 250… 10 A, 25 kw à 800 tours par minute.
β. SOUS-STATIONS 1° *Sous-station Saint-Roch*, 26, rue Saint-Roch (secondaire).	Néant.	12 moteurs électriques Thury de 80 kw à 400 tours par minute, montés par 4 en tension sur le réseau, 3 en quantité. 4 moteurs électriques Thury de 40 kw à 400 tours par minute.	12 dynamos Thury de 600 A et 120 v… 72 kw, actionnées directement pa… teurs électriques à l'aide de joints … 4 dynamos Thury de 300 A et 120 vo… 36 kw, actionnées comme ci-dessus.
2° *Sous-stations dans Paris* (au nombre de 3 actuellement dans Paris, rue Malher, rue de la Verrerie et rue Franche-Comté).	Néant.	Dans quelques sous-stations, moteurs électriques Thury.	Dans quelques sous-stations, dynam… (Transformateurs à courants contin…
II. Réseau à basse tension. α. STATION CENTRALE DU QUAI JEMMAPES.	12 chaudières Belleville donnant chacune 2500 kg de vapeur par heure à la pression de 8 kg : cm².	3 machines verticales compound de la Société alsacienne de 1200 chevaux chacune, à 70 tours par minute.	3 dynamos de la Société alsacienne … teur extérieur de 600 volts, 120… 720 kw à 70 tours par minute, com… directement.
1° *Sous-station Saint-Roch.*	Néant.	Néant.	Néant.
2° *Sous-station rue Mauconseil.*	Néant.	Néant.	Néant.
β. STATION DE LA BOURSE DU COMMERCE, *Sous-sol de la Bourse.* **STATION DE RÉSERVE.**	Néant.	2 moteurs Farcot à air comprimé de 75 chevaux accouplés sur un même arbre, à 70 tours par minute, avec réchauffeurs d'air. 1 moteur Farcot à air comprimé de 160 chevaux à 52 tours par minute. 1 moteur horizontal Deix à air comprimé de 150 chevaux à 160 tours par minute.	1 dynamo Desroziers de 800 A et 1… soit 100 kw, à 160 tours par minut… 1 dynamo semblable à la précédente … 1 dynamo Desroziers de 250 A et 40… 160 tours par minute.
γ. STATION DE LA RUE DES JEUNEURS, 14, *rue des Jeûneurs.* **STATION DE RÉSERVE.**	Néant.	2 moteurs horizontaux à air comprimé de 75 chevaux à 90 tours par minute. 2 moteurs Paxman à air comprimé de 50 chevaux à 125 tours par minute.	1 dynamo Rechniewski de 400 A et … soit 50 kw, à 425 tours par minute… 1 dynamo Thury de 250 A et 125 v… 31 kw, à 600 tours par minute. 1 dynamo Edison de 240 A et 125 v… 50 kw, à 900 tours par minute.

AIR COMPRIMÉ

SYSTÈME DE DISTRIBUTION.	CANALISATION.	TRANSFORMATEURS ET ACCUMULATEURS.	PUISSANCE TOTALE EN KILOWATTS.	OBSERVATIONS.
tion par groupes d'accu-eurs ou transformateurs tis en diverses sous-sta-et chargés en tension. charge, les deux stations rd-Lenoir et Saint-Fargeau couplées en tension. L'in-é de charge est de 250 A, diff. de pot. varie jusqu'à olts.	Câbles isolés placés dans des moulures en bois paraffiné, les moulures posées dans des caniveaux en fonte dans le sol.	Néant.	1000 (Dynamos).	Le mode de distribution de l'énergie électrique dans le secteur de la Compagnie parisienne d'Air comprimé et d'Électricité est encore en transformation; mais les travaux touchent à leur fin. La distribution dans le secteur est assurée actuellement par courants continus : I. Par un réseau à haute tension. II. Par un réseau à basse tension. I. Le réseau à haute tension comprend : α. Stations centrales. 1° Richard-Lenoir. 2° Saint-Fargeau. Couplées en tension, 3000 volts. β. Sous-stations. 1° Saint-Roch. Transformateurs rotatifs avec distribution à 5 fils sur réseau secondaire. 2° 3 réparties dans Paris. Accumulateurs avec réseaux secondaires et transformateurs rotatifs. II. Le réseau à basse tension comprend : α. Station centrale du quai Jemmapes. 1° Sous-station Saint-Roch. 2° Sous-station Mauconseil. β. Station de la Bourse du commerce. Distribution à 110 volts. γ. Station de la rue des Jeûneurs. Distribution à 110 volts. Ces deux dernières stations sont des **STATIONS DE RÉSERVE.** Quand toutes les transformations seront terminées, c'est-à-dire prochainement, les stations centrales de Richard-Lenoir, Saint-Fargeau ne seront plus utilisées qu'en cas extraordinaires. Les sous-stations dans Paris disparaîtront. Les stations centrales de la Bourse du commerce et de la rue des Jeûneurs resteront des stations de réserve. Nous nous trouverons alors uniquement en présence d'une distribution à 5 fils alimentée par la station centrale du quai Jemmapes, et les sous-stations Saint-Roch et Mauconseil.
bservations que ci-dessus.	Câbles isolés placés dans des moulures en bois paraffiné, les moulures posées dans des caniveaux en fonte dans le sol.	Néant.	1325 (Dynamos).	
secondaire de distribution volts à 5 fils (4.110 volts).	Câbles Siemens sous plomb et armés, posés directement en terre.	12 transformateurs à courants continus Thury de 72 kw, et 4 de 36 kw. 2 batteries de 280 éléments Tudor de 2000 ampères-heure. Débit maximum de 600 A. 1 batterie de 280 éléments Laurent-Cély de 880 ampères-heure, au débit de 300 A.	864 (Transformateurs). 400 (Accumulateurs).	
secondaires de distribu-110 volts.	Câbles isolés placés dans des moulures en bois paraffiné, les moulures posées dans des caniveaux en fonte dans le sol.	Batteries d'accumulateurs en nombre variable, de capacités diverses. Ces sous-stations sont supprimées peu à peu.	»	
tion par feeders à 440 volts s.	4 feeders de 1000 mm² alimentent, 2 la station Mauconseil, et 2 la station Saint-Roch.	Néant.	2160 (Dynamos).	
ler venant de la station ale Jemmapes, est monté uantité avec les réseaux daires de cette station à	Néant.	Néant.	»	
ler venant de la station ale Jemmapes charge les ries et alimente le réseau daire à 5 fils.	Néant.	3 batteries d'accumulateurs Laurent-Cély de 280 éléments chacune, d'une capacité de 2600 ampères-heure, au débit maximum de 900 A.	»	
de distribution à 110 volts.	Câbles isolés placés dans des moulures en bois paraffiné, les moulures posées dans des caniveaux en fonte dans le sol.	2 batteries de 67 accumulateurs de la Société pour le travail électrique des métaux, de 2100 ampères-heure.	360 (Dynamos). 30 (Accumulateurs).	
de distribution à 110 volts.	Câbles armés.	Néant.	100 (Dynamos).	

STATIONS CENTRALES ET USINES.	CHAUDIÈRES.	MOTEURS.	DYNAMOS.
			SOCIÉTÉ ANONYME D
STATION CENTRALE, *Quai Michelet, à Levallois-Perret, sur les bords de la Seine.*	7 chaudières Galloway produisant chacune 3000 kg de vapeur par heure, avec économiseur Green, à la pression de 6 kg:cm².	2 moteurs Farcot horizontaux à cylindre, à condensation, de 600 chevaux à 60 tours par minute. 2 moteurs horizontaux semblables jumelés de 300 chevaux à 60 tours par minute. 1 moteur horizontal semblable de 800 chevaux à 60 tours par minute. 1 moteur Willans de 60 chevaux.	3 alternateurs Hillairet-Huguet de 3000 volts, soit 400 kw, à la fréqu 40 périodes par seconde, commandé tement. Inducteurs mobiles. 1 alternateur Hutin et Leblanc de 6 3000 volts, à la fréquence de 40 péri seconde. 1 excitatrice Farcot à 4 pôles 120 volts 3 excitatrices Hillairet-Huguet à 8 pôle 160 volts, soit 25 kw. Le moteur Willans actionne une dyna lairet semblable aux précédentes.

machine verticale à triple expansion de 150 chevaux a encore été montée également. La puissance totale disponible de la Compagnie est donc actuellement de 3300 kw (machines) et de 420 kw (accumulateurs).

La **Société anonyme d'éclairage Électrique du secteur de la place Clichy** a fait mettre en place une troisième machine verticale de 500 chevaux et 2 moteurs pilons compound à détente variable de 100 chevaux. La puissance actuelle dont elle dispose est de 2600 kw (machines) et 400 kw (accumulateurs).

L'**Usine municipale d'Électricité** n'a rien ajouté à sa puissance primitive; les accumulateurs peuvent donner 100 kw. On a enlevé un alternateur Patin qui avait été installé et qui n'avait aucun emploi. Cette usine, sous la direction de l'ingénieur de la première section, M. Maréchal, s'est beaucoup occupée d'éclairage public, et les améliorations sont nombreuses sur le carreau des Halles, au carrefour des rues de Rivoli et de Saint-Denis... etc. On étudie en ce moment l'éclairage de l'Opéra-Comique et du Châtelet, en remplacement de l'usine concessionnaire installée sous le Châtelet, et dont la concession doit expirer prochainement.

La **Société anonyme d'Éclairage et de Force par l'électricité** a fait de grands changements dans ses diverses usines. A Saint-Ouen, comme nous l'avons dit plus haut, on a installé une transmission d'énergie par courants diphasés alimentant des panchahuteurs pour la gare du Landy, la gare de La Chapelle et la gare du Nord (station du faubourg Saint-Denis). A la station de Bondy, en remplacement de 2 machines Weyher et Richemond de 150 chevaux et de 2 dynamos Desroziers de 100 kw, on a placé une machine Farcot horizontale de 600 chevaux actionnant une dynamo Desroziers de 400 kw, et 2 turbines Laval de 300 chevaux actionnant chacune 2 dynamos Gramme de 100 kw. Les groupes de machines et dynamos enlevés ont été répartis dans les autres usines comme l'indique notre tableau. La puissance totale disponible de ce secteur est donc de 3820 kw (machines) et de 290 kw (accumulateurs).

La **Société anonyme du secteur des Champs-Élysées** a fait installer un alternateur Hutin et Leblanc de 600 kw à 3000 volts à la fréquence de 40 périodes par seconde. Ce nouvel alternateur a permis d'effectuer dans des conditions satisfaisantes des couplages en quantité d'alternateurs. Mentionnons aussi un moteur Willans de 60 chevaux actionnant une dynamo Hillairet de 25 kw pour fournir l'énergie à une grue électrique. La puissance totale est de 1800 kw.

La **Compagnie parisienne de l'Air comprimé** est toujours en transformation; mais les travaux ne sont pas loin d'être terminés. La station centrale du quai Jemmapes fonctionne régulièrement et alimente la distribution à 5 fils à l'aide de 4 feeders de 1000 millimètres carrés, dont 2 aboutissent à la sous-station Saint-Roch et les deux autres à la sous-station Mauconseil. Nous donnons dans notre tableau les compositions de toutes ces usines. Les usines primaires de Saint-Fargeau et Richard-Lenoir subsistent encore pour alimenter les transformateurs à courants continus de la sous-station Saint-Roch ainsi que 3 autres sous-stations encore maintenues. Les usines de la Bourse du Commerce et de la rue des Jeûneurs existent encore avec tout leur matériel, mais servent uniquement de stations de réserve. En résumé, la transformation des anciens systèmes de distribution de la Compagnie Popp en système de distribution à 5 fils n'est pas loin d'être achevée ; il ne restera bientôt plus qu'un immense réseau avec feeders et sous-feeders, alimenté par deux sous-stations importantes. L'usine génératrice sera la station du quai Jemmapes, grandement installée, dans les meilleures conditions et avec tous les perfectionnements désirables, par les soins de la Société alsacienne des constructions mécaniques. Ainsi se trouvera enfin complètement transformé en un système de distribution rationnel un réseau qui n'a cessé de subir,

SYSTÈME DE DISTRIBUTION.	CANALISATION.	TRANSFORMATEURS ET ACCUMULATEURS.	PUISSANCE TOTALE EN KILOWATTS.	OBSERVATIONS.
…UR DES CHAMPS-ÉLYSÉES				
…tribution par feeders à cou-…ants alternatifs à 3000 volts.	Câbles concentriques Berthoud-Borel, sous plomb et armés, placés directement en terre, construits par la Société des anciens établissements Cail, à Paris.	Transformateurs installés chez les abonnés dans pièces spéciales avec coupe-circuits de dérivation.	1800	La station actuelle est grandement installée sur les bords de la Seine, avec toutes les dispositions nécessaires et emplacements indispensables. La puissance peut facilement être augmentée. Le groupe Willans actionne une grue électrique sur le bord de la Seine pour le déchargement du charbon.

depuis l'origine, les modifications les plus nombreuses et les plus variées. Si l'on songe aux difficultés innombrables qui se sont présentées pour réaliser cette transformation sans interrompre la fourniture d'énergie électrique aux abonnés, et sans amener de grandes perturbations dans le réseau, il y a lieu de féliciter vivement les ingénieurs de cette Compagnie qui ont su mener à bien des travaux si compliqués.

La **Société anonyme du Secteur de la rive gauche** n'a fait subir aucune modification à l'installation que nous avons décrite dans le nº 104 du 25 avril 1896, p. 165 de ce journal.

III. — Utilisation de l'énergie électrique

Le tableau suivant A nous donne successivement la puissance totale disponible aux usines en kw, la puissance totale installée chez les abonnés, ainsi que la répartition en appareils d'éclairage, de force motrice et de chauffage, à Paris, au mois d'octobre 1895 et 1896.

Nous ferons observer que si le nombre de lampes à incandescence et à arc s'est considérablement augmenté, il en est de même pour les appareils d'utilisation de forme motrice, et notamment de moteurs pour ascenseurs. L'augmentation est très grande, et sans atteindre encore un chiffre aussi élevé qu'en Allemagne et autres pays, la puissance utilisée de ce chef est néanmoins importante. Parmi les installations les plus intéressantes, nous citerons sur le secteur de Clichy les moteurs électriques qui servent à actionner les vérins poussant le bouclier pour la construction de l'égout collecteur qui va de la porte de Clichy à la place de la Trinité, les moteurs électriques qui actionnent la locomotive électrique pour enlever les déblais, les moteurs qui mettent en marche les pompes d'épuisement installées par la Ville à la porte de Clichy. Ces travaux sont très importants, et la Société du secteur de Clichy n'a pas hésité, pour fournir l'énergie électrique nécessaire, à établir jusqu'à la porte de Clichy un feeder spécial de 250 mm² de section pour un débit de 150 ampères à 440 volts. Ajoutons encore que la même Société fournit aussi l'énergie électrique au grand et au petit toueurs électriques de l'égout de la Madeleine à la place de la Concorde.

Afin de faciliter la comparaison, nous avons réuni dans un même tableau B les indications relatives à la puissance installée aux usines et à la puissance installée chez les abonnés avec la répartition pour les appareils d'éclairage, de force motrice et de chauffage pour les diverses compagnies. Ces chiffres sont assez éloquents par eux-mêmes pour nous dispenser de tout commentaire. La consommation d'énergie a été

En 1894.	7 883 434 kwh.
1895.	8 107 253 —

Tableau A. — État comparatif de la production et de l'utilisation d'énergie électrique a Paris au mois d'octobre.

	1895.	1896.
Production.		
Usines :		
Puissance totale en kilowatts :		
Machines.	10 965	17 775
Accumulateurs	»	1 640
Utilisation.		
Éclairage :		
Nombre de lampes à arc.	»	7 448
Nombre de lampes à incandescence . . .	»	417 468
Nombre total de lampes réduites en lampes de 10 bougies	454 567	545 914
Puissance totale installée pour l'éclairage en kw	16 085	21 844
Force motrice :		
Nombre de moteurs pour usages divers (ateliers, outils, etc.)	154	295
Puissance installée pour usages divers, en kw	»	858
Nombre de moteurs pour ascenseurs . . .	»	220
Puissance installée pour ascenseurs, en kw.	»	574
Puissance totale installée pour force motrice, en kw	331	1 432
Chauffage :		
Nombre d'appareils utilisés	»	2
Puissance totale installée, en kw.	»	6
Puissance totale installée, en kw (éclairage, force motrice, chauffage)	16 416	23 276
Rapport de la puissance totale installée chez les abonnés à la puissance totale installée à l'usine	1.498	1,309

CARTE DES SECTEURS DE DISTR



'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DE PARIS



Le prix moyen de vente de l'énergie électrique a été en 1894 de 11,8 à 12 centimes l'hwh; en 1895 il a été de 11,5 centimes. Ces résultats sont d'autant plus remarquables pour cette époque où le bec Auer a été employé de tous les côtés. Un certain nombre d'abonnés ont abandonné l'électricité pour adopter le bec Auer; mais après quelque temps de fonctionnement, ils ont repris l'électricité et il est même arrivé ce fait curieux, que plusieurs abonnés ont dû accepter des prix supérieurs aux prix qu'ils payaient précédemment, la puissance disponible étant faible chez certaines compagnies.

TABLEAU B. — ÉTAT DES STATIONS CENTRALES DE PARIS AU 1er OCTOBRE 1895. — UTILISATION.

	NOMS DES COMPAGNIES CONCESSIONNAIRES.							TOTAUX.
	COMPAGNIE CONTINENTALE EDISON.	SOCIÉTÉ D'ÉCLAIRAGE ET DE FORCE PAR L'ÉLECTRICITÉ.	SOCIÉTÉ DU SECTEUR DE CLICHY.	COMPAGNIE PARISIENNE DE L'AIR COMPRIMÉ ET D'ÉLECTRICITÉ.	SOCIÉTÉ DU SECTEUR DES CHAMPS-ÉLYSÉES.	SOCIÉTÉ DU SECTEUR DE LA RIVE GAUCHE.	RÉSEAU MUNICIPAL.	
Puissance								
Totale en kw disponible aux usines :								
Machines	3 300	3 820	2 600	2 160 (1) 2 325 (2)	1 800	1 200	570	17 775
Accumulateurs	420	290	400	400	»	»	100	1 610
Éclairage :								
Nombre de lampes à arc	1 370	2 500	736	1 808	162	380	492	7 448
Nombre de lampes à incandescence	82 876	42 509	97 353	66 971	102 167	19 972	5 629	417 468
Nombre total des lampes reduites en lampes de 10 bougies	97 550	60 937	115 555	130 296	103 179	28 247	10 150	545 914
Puissance totale utilisée en kw.	3 900	2 450	5 620	5 211	4 127	1 130	406	21 844
Force motrice :								
Nombre de moteurs pour usages divers	27	134	38 10	59	12	5	8	293
Puissance des moteurs en kw, pour usages divers	33	331	35 54	350	24,6	23,5	7,36	858,46
Nombre de moteurs pour ascenseurs	22	8	123	44	11	12	»	220
Puissance des moteurs en kw, pour ascenseurs	65	37	271	130	37,5	33,8	»	574,3
Puissance totale en kw.	98	368	360	480	62,1	57,3	7,36	1 432,76
Chauffage :								
Nombre d'appareils	»	»	Applications prochaines.	»	»	2	»	2
Puissance consommée en kw	»	»		»	»	6	»	6
Puissance								
Totale utilisée en kw.	3 938	2 818	4 980	5 691	4 189	1 187	413	23 276

(1) Usine Jemmapes.
(2) Usines Richard Lenoir et Saint-Fargeau.

En résumé, les stations centrales d'énergie électrique de Paris augmentent chaque jour leur puissance de distribution et toutes les applications de l'énergie électrique prennent un développement toujours croissant. Cependant, tout le monde se plaint du prix élevé de vente de l'énergie électrique. Il est à souhaiter que les concessions des compagnies électriques soient prolongées, et que le prix de l'hecto-watt-heure soit abaissé à 8 ou 10 centimes. Il nous reste à remercier les directeurs et ingénieurs des secteurs qui ont bien voulu nous fournir les éléments de notre statistique et nous autoriser à visiter toutes leurs usines; nous n'oublierons pas non plus les chefs de station, qui nous ont accueilli partout avec la plus grande amabilité.

J. LAFFARGUE.

TRANSFORMATION DE L'ÉNERGIE DU CARBONE

N'en déplaise à certains esprits essentiellement pratiques pour lesquels, dans les sciences physiques, l'expérience seule constitue la loi et les prophètes, les études spéculatives, la philosophie, pour ainsi dire, de la science, basées sur des faits acquis, ne sont pas moins fécondes dans leurs résultats. Elles ouvrent souvent des horizons nouveaux ou éclairent de leur vrai jour certains phénomènes sur la nature desquels les apparences ont pu fausser l'enchaînement logique des déductions. Sous leur influence, l'esprit humain arrive inconsciemment à des découvertes dont il serait parfois très embarrassé de retrouver lui-même, après coup, la filiation si, dans ce siècle de démolition à outrance, il ne se trouvait toujours

quelque chercheur charitable prêt à lui démontrer, à sa grande surprise, qu'il n'y a rien de nouveau sous la calotte des cieux. A ne citer que les magnifiques raisonnements synthétiques provoqués par l'examen des tables de Bouvard ou par l'étude des raies du spectre, qui ont abouti, l'un à la découverte d'une planète, l'autre à des indications sur la constitution physique du soleil, l'histoire des sciences fourmille en exemples de ce que d'aucuns appelleraient volontiers des élucubrations.

A tort ou à raison ces prétendues élucubrations ont, sous une forme saine, le don de nous séduire, et nous nous plaisons à les relever là où elles nous semblent appelées à un développement pratique ultérieur. C'est à ce titre que nous analysons ici une récente communication de *M. Reed* à l'*Institut Franklin*, heureux de la trouver chez les Américains que leur tempérament nous a plus habitués à voir mettre en œuvre, à la faveur de leurs dollars, les idées du Continent qu'à nous éblouir par des conceptions nouvelles.

L'énergie du carbone et des hydrocarbures tels que la houille est probablement, dit l'auteur, la forme la plus stable sous laquelle la nature nous présente directement l'énergie. C'est à cette stabilité même qu'elle doit sa conservation à travers les âges et les bouleversements géologiques qui les ont marqués. C'est encore cette stabilité qui la rend inutilisable tant que l'homme n'arrive pas à lui donner une forme plus maniable et plus mobile.

Quelque rationnelle que soit la subdivision des modes de conversion de l'énergie intrinsèque du carbone en l'une des nombreuses formes sous lesquelles elle est directement utilisable, savoir : les méthodes thermique, thermo-dynamique, thermo-électrique, thermo-magnétique et thermo-chimique, ces divers procédés sont tous plus ou moins thermiques; autrement dit, ils exigent tous la transformation totale ou partielle, en chaleur, de l'énergie considérée, pour permettre d'en tirer parti.

Le procédé thermo-chimique, auquel est principalement dévolue cette étude, comprend deux variétés dont chacune comporte elle-même deux phases ou opérations distinctes. L'une de ces variétés consiste à développer l'énergie sous forme de chaleur pour la faire absorber ensuite, sous forme chimique, par un corps intermédiaire dans une réaction endothermique; dans l'autre, on transporte, sans transformation, l'énergie moléculaire du carbone aux molécules d'un corps intermédiaire dans lequel elle est moins stable et, par suite, plus facilement utilisable. Ce transport, ou plutôt ce transfert, ne s'effectue qu'à haute température et exige, en conséquence, la dépense d'une certaine quantité d'énergie sous forme de chaleur. La seconde phase de ce procédé consiste à transformer en énergie électrique, par l'entremise d'un élément voltaïque, l'énergie transférée au corps intermédiaire.

A basse température, le carbone pur ne manifeste d'affinité pour aucune substance connue. Il ne se combine directement avec l'oxygène qu'au-dessus de 250° C; indirectement l'énergie de puissants oxydants ou un courant électrique peuvent amener son oxydation lente à basse température. Mais tous les essais, sans exception, en vue d'en obtenir de l'énergie à basse température ont complètement échoué. D'autre part, de nombreux composés du carbone, tels que l'oxyde de carbone et divers hydrocarbures, s'oxydent facilement à basse température sous l'action de puissants oxydants; mais ces réactions n'ont pas permis d'obtenir davantage de l'énergie utilisable.

La préférence à donner à tel ou tel procédé de transformation de l'énergie chimique du charbon est en grande partie subordonnée à la forme sous laquelle doit être obtenue l'énergie finale. Si, par exemple, la chaleur cherchée ne doit pas être confinée ni dépasser une intensité modérée, la méthode thermique, par combustion dans l'air à haute température, est, théoriquement et pratiquement, d'un excellent rendement. Si, au contraire, la forme cherchée est d'un ordre plus élevé, on ne peut y arriver sans une perte importante déterminée dans chaque cas par des conditions particulières. Si enfin on veut arriver à une haute intensité, on pourra encore atteindre le but, mais avec un rendement extrêmement faible, étant donné que toute la chaleur ne présentant pas l'intensité voulue est alors abandonnée comme inutilisable.

Dans la méthode thermo-dynamique, où la chaleur est transformée en énergie cinétique sous forme de mouvement mécanique par modification de volume d'une matière active, le rendement est limité par les lois de la thermo-dynamique et ne dépasse généralement pas 5 à 10 pour 100.

Dans la méthode thermo-électrique, l'effet Peltier vient en outre s'ajouter à cette action limitatrice, encore et surtout accrue du fait que les corps bons conducteurs de la chaleur sont en même temps bons conducteurs de l'électricité. Cette propriété générale inéluctable ne permet pas d'améliorer le rendement en augmentant soit la différence de température des soudures chaudes et froides, soit la section, la longueur ou la conductibilité des barres métalliques. Aussi n'a-t-on pu jusqu'ici réaliser de couple thermo-électrique susceptible de transformer en énergie électrique plus d'une fraction de 1 pour 100 de la chaleur fournie.

Quant à la méthode thermo-magnétique, exposée en 1879 par Thomson et Houston, elle paraît jusqu'ici confinée dans les limites de la démonstration sans avoir pu franchir encore le seuil de la pratique.

La méthode thermo-chimique est actuellement le seul mode connu de transformation qui permette d'amener sous forme utilisable, sans dégradation primordiale en chaleur même, une partie de l'énergie du carbone. L'énergie peut, en effet, y être, sans transformation, directement *transférée* des molécules du combustible à

celles d'un corps intermédiaire dans lequel elle est moins stable.

Dans la mise en œuvre de ce procédé, on n'a qu'à développer la quantité d'énergie nécessaire à maintenir les matières engagées dans l'opération à la température à laquelle s'effectue le transfert, à moins que la réaction ne soit endothermique, auquel cas il faut fournir une certaine quantité de chaleur supplémentaire pour faire face à cette absorption. Par contre, si la réaction est exothermique, on peut emprunter à la réaction elle-même, une fois déterminée, la chaleur nécessaire au maintien de la température totale ou partielle.

D'une manière générale le procédé thermo-chimique consiste à chauffer le combustible en vase clos, à haute température, au contact d'un agent chimique capable d'absorber son énergie. Les seuls agents employés jusqu'ici à cet effet sont les oxydes, et généralement des oxydes métalliques qui, dans cette réaction, se réduisent à l'état métallique en oxydant le combustible.

La différence entre la chaleur de formation de l'oxyde employé et celle de l'oxyde obtenu représente une partie de l'énergie qui doit nécessairement être développée sous forme de chaleur; autrement la réaction ne se produirait pas. Si la chaleur de formation de l'oxyde employé est supérieure à celle de l'oxyde obtenu, la différence est négative et doit être fournie, pour être absorbée, par une source extérieure. Si elle lui est inférieure, la différence entre elles se dégage comme chaleur de combustion.

Le rendement du procédé thermo-chimique est, en conséquence, limité par deux éléments : 1° la perte de chaleur nécessaire à porter et à maintenir les matières à la température à laquelle s'opère la réaction; 2° la chaleur nécessairement dégagée, équivalant à la différence entre la chaleur de formation du corps réagissant et celle du produit de l'oxydation. Dans le cas où celle-ci est dégagée par la réaction même (c'est-à-dire quand la réaction est exothermique), on peut généralement l'employer à maintenir la température voulue. Quand, au contraire, elle est absorbée par la réaction (endothermique), on doit la produire extérieurement par combustion d'une nouvelle quantité de combustible. Il en résulte que, d'une manière générale, les réactions exothermiques sont aisément et économiquement réalisables, et que, plus une réaction sera exothermique, plus il sera facile de l'entretenir, une fois en train. En outre, plus une réaction sera voisine de l'athermicité, plus on pourra obtenir un rendement élevé du transfert de l'énergie d'une substance à une autre, dans les cas notamment où la réaction a lieu à basse température.

L'action des forces moléculaires est non seulement comparable mais identique à celle des masses entre elles. De même qu'un corps pesant peut être retenu sur le bord d'un précipice par un obstacle de chétive apparence, dont l'enlèvement, sous l'effort d'une puissance minime, suffira pour permettre au corps de développer, par sa chute, un travail considérable, de même l'énergie intrinsèque du carbone est retenue par un obstacle moléculaire qui s'oppose à toute modification chimique ou chute de potentiel moléculaire, tant qu'on n'y applique pas une quantité d'énergie extérieure suffisante pour surmonter cet obstacle. Quelle que soit l'affinité du carbone pour l'oxygène, une masse de carbone en contact pendant des siècles avec l'oxygène de l'air ou même avec de l'oxygène pur ne donnera pas lieu à la moindre combinaison; leur séparation une fois réalisée, les atomes de carbone sont retenus entre eux par une attraction mutuelle qui, si faible qu'elle soit, est un obstacle insurmontable à leur combinaison avec l'oxygène. L'application d'une petite quantité d'énergie extérieure, sous forme de chaleur, suffit cependant à désagréger les molécules de carbone et d'oxygène et permet aux atomes d'exercer leur affinité les uns pour les autres. On en voit un exemple frappant dans l'incendie que détermine une allumette enflammée sur un amas de matières combustibles, et la réaction une fois commencée progresse rapidement, comme dans le cas précédent de la chute du corps. Il faut, pour l'entraver, développer une énergie de beaucoup supérieure à celle qui l'a provoquée; autrement elle se poursuit jusqu'à ce que toute l'énergie correspondant à la réaction soit transformée en chaleur.

La grosse difficulté de l'emploi des procédés thermiques de transformation de l'énergie est précisément de modifier le processus de la combustion une fois commencée, de manière à empêcher la dégradation en chaleur de toute l'énergie et à déterminer la transformation directe, sous forme utilisable, d'une portion considérable de cette énergie.

Une application rationnelle de la méthode thermo-chimique aux procédés voltaïques permet cependant de transformer l'énergie moléculaire du combustible avec un rendement comparable à celui de la transformation de l'énergie des masses de matière (où il n'y a aucune nécessité de dégradation primordiale en chaleur), et ce, sans obliger à recourir à des températures extrêmes ou anormales. Il suffit de déterminer une réaction chimique dans laquelle le carbone entre en combinaison pour former un carbure instable ou combustible sans développer toute son énergie et d'arriver ensuite à utiliser l'énergie résiduelle en passant par une réaction athermique ou sensiblement telle. De cette façon on offre à l'énergie potentielle moléculaire du carbone une voie qui permet d'en transporter directement, sans transformation, une grande partie à une autre matière.

On commence par appliquer au carbone, sous forme de chaleur, une quantité d'énergie extérieure suffisante pour dissocier ses molécules et amorcer en quelque sorte la transformation de son énergie potentielle en énergie thermique. Puis, au lieu de laisser la réaction s'opérer sans encombre, on l'arrête partiellement en faisant intervenir un corps convenablement choisi auquel est transférée directement sous forme chimique une portion notable de cette énergie. Ce corps intermédiaire retient ainsi temporairement l'énergie dans une condition utilisable et plus facilement réglable, qui se prête elle-même

à une autre transformation quelconque avec un rendement très élevé.

On trouve une illustration très familière de procédé thermo-chimico-galvanique de transformation dans la pile voltaïque ordinaire, où le zinc métallique intervient comme matière intermédiaire ou active.

Le point de départ est le mélange de carbone avec de l'oxyde de zinc en vase clos. Cet oxyde possède une faible quantité d'énergie potentielle moléculaire utilisable, bien inférieure à celle du zinc métallique. On applique alors à la cornue, à l'aide d'une source extérieure, une chaleur suffisante pour élever la température de la masse à 1100° C environ, point où le carbone est susceptible de subir une combustion partielle en absorbant l'oxygène de l'oxyde de zinc et communiquant directement au zinc une partie de son énergie. La réaction est représentée par l'équation simple :

$$ZnO + C = Zn + CO.$$

Les produits résultants, Zn et CO, renfermant respectivement 85 000 et 67 000 unités d'énergie moléculaire ou calories, alors que le C originaire n'en renfermait que 97 000; il faut nécessairement que la différence, soit 55 000 calories, ait été prise au dehors. Sur les 97 000 calories contenues dans le carbone, 30 000 ont été ainsi transférées au zinc, les 67 000 autres restant dans le CO n'étant pas utilisables dans une réaction ultérieure, ce qui donne 30 000 : 97 000 ou 31 pour 100 environ, comme rendement maximum possible de cette première réaction.

Mais là ne se bornent pas les opérations et réactions qu'a à subir le zinc pour son utilisation dans la pile; il doit être encore réchauffé, fondu, laminé, puis amalgamé, et, quand même cette dernière préparation est bien faite, le mercure tendant toujours à se rassembler en bas de la lame, celle-ci finit par se couper au niveau de la solution dans laquelle elle est immergée, en entraînant un déchet considérable. Enfin, l'opération terminale de la transformation consiste à réoxyder le zinc en présence d'un électrolyte, avec développement d'énergie électrique, réaction qui, par la fermeture du circuit de la pile, doit s'effectuer à une température inférieure à celle à laquelle le zinc serait attaqué par la solution en circuit ouvert. Or, là encore l'oxygène de l'air ne suffit pas; il faut recourir à l'affinité supérieure du métal pour des corps intermédiaires ou *sels*, que, malheureusement, ne donne pas le carbone, dont la formation absorbe encore un nombre notable de calories et qu'il est ensuite impossible de réduire autrement qu'à grands frais, d'où rejet et abandon de sous-produits qui, sous forme de sulfate ou de chlorure, représentent une dépense et une quantité d'énergie bien supérieures à celles correspondant à l'abandon de l'oxygène perdu de l'oxyde de zinc.

Le procédé mis en œuvre avec le zinc comme corps intermédiaire de transformation est donc incomplet, en ce qu'il n'est pas cyclique, puisque ce corps intermédiaire ne passe jamais deux fois par la même condition. C'est plutôt un procédé de transformation d'énergie, et, en fait, aucun mode de transformation de l'énergie d'un combustible ne saurait rivaliser avantageusement avec les procédés électrodynamiques s'il nécessite la consommation continue d'une matière quelconque autre que le combustible lui-même et l'air, ou s'il rejette finalement comme sous-produits des substances quelconques autres que ceux de la combustion.

Aussi l'auteur a-t-il pris le zinc comme exemple de corps intermédiaire de transformation, non parce qu'il est désigné pour cet objet, mais parce qu'il est familier à tous. Cependant, si ce métal n'est pas un agent actif de transformation, il n'en faut pas conclure nécessairement à une infériorité de la méthode thermo-chimico-galvanique par rapport au procédé thermo-dynamique. Ses défauts à cet égard montrent même ce qu'il faut chercher et éviter dans une matière idéale de transformation. Ils indiquent qu'il y a peu à espérer dans cette voie, tant tant qu'on emploiera comme agent transformateur le zinc ou tout autre métal.

On peut même, suivant l'auteur, aller plus loin encore et dire qu'on ne réalisera pas d'amélioration radicale du procédé thermo-chimico-galvanique tant que la matière de transformation constituera en même temps une des électrodes de la pile.

Comme tout autre appareil, en effet, la pile voltaïque, pour être d'une application vraiment pratique, doit être capable de se maintenir dans son état mécanique intégral. Or, quand même on arriverait à substituer le carbone au zinc dans la pile voltaïque ordinaire, il n'est pas probable qu'on en tire une économie réelle, le carbone en bonne forme mécanique étant aussi coûteux que le zinc sous la même forme. Le défaut capital de la pile voltaïque, comme organe de transformation d'énergie, consiste dans ce fait qu'elle ne peut fonctionner qu'aux dépens de sa propre intégralité mécanique pour constituer des matériaux beaucoup plus coûteux que ceux dont elle est elle-même formée.

Que penserait-on de l'utilité commerciale d'une machine à vapeur qui tirerait toute son énergie de l'oxydation de sa propre tige de piston, ou d'un générateur de vapeur qui ne pourrait utiliser d'autre énergie que celle fournie par l'oxydation de ses tubes, ou encore d'une dynamo qui ne donnerait de courant électrique qu'en vertu de la combustion de ses balais ou de son commutateur?

Or, c'est là précisément le genre de mécanisme que présentent toutes les piles voltaïques. La seule énergie qui puisse s'y développer est celle qui provient de leur destruction même, et cet inconvénient est d'un ordre bien autrement grave que le mauvais rendement de la transformation réelle.

La pile voltaïque est cependant le seul appareil connu qui permette de transformer directement l'énergie chimique en énergie électrique, et il n'existe pas de limite théorique à son rendement.

L'auteur est dès lors conduit à la conception de l'élément idéal qui doit, selon lui, consister en deux conducteurs solides indestructibles, ou d'une durée raisonnable, en contact avec un électrolyte liquide, formé lui-même de deux solutions séparées par une cloison poreuse laissant passer l'une d'elles. Ces solutions contiendront d'ailleurs chacune un agent chimique capable de se combiner avec l'autre, au contact des solutions, en une réaction exothermique.

La matière active ou de transformation devra être capable d'agir sur le carbone à aussi basse température que possible, sans développer ni absorber beaucoup d'énergie et en formant un composé carburé instable s'oxydant facilement pour former du CO^2. Cette même matière devra également pouvoir se combiner avec l'oxygène de l'air à aussi basse température que possible sans développer ni absorber une grande quantité d'énergie et en formant un composé oxygéné instable. Ces deux composés, l'un carburé, l'autre oxygéné, de la matière de transformation constitueront les agents chimiques actifs de l'élément et seront capables de se combiner au contact et à froid dans l'électrolyte, avec formation de CO^2 et précipitation de la matière de transformation dans son état libre initial. Les dispositions seront d'ailleurs telles que l'électrolyte épuisé puisse s'écouler de l'élément d'une façon continue et que la matière régénérée puisse y revenir.

On peut figurer cette série de réactions par les équations suivantes, dans lesquelles T représente un équivalent de combinaison de la matière de transformation, C un équivalent de carbone, et O un équivalent d'oxygène atmosphérique :

$$T + O = TO \qquad (1)$$

$$C + T = CT \qquad (2)$$

$$2TO + CT = CO^2 + 3T. \qquad (3)$$

Dans l'équation (1), TO représente l'agent secondaire produit par l'action de T sur l'oxygène de l'air, et CT, dans l'équation (2), le résultat de l'action de T sur le carbone. Ces trois réactions doivent d'ailleurs être toutes exothermiques, et les deux premières, aussi athermiques que possible.

Les agents TO et CT sont les matières actives mises en contact dans la pile. L'équation (3) représente la réaction qui se passe lors de sa décharge, CO^2 et T étant les produits de cette décharge. CO^2, identique au produit de la combustion du carbone dans l'air, est rejeté, tandis que la matière de transformation T est régénérée et peut resservir un nombre indéfini de fois.

On voit que les seules matières en jeu dans ces réactions sont le carbone, l'oxygène de l'air et le corps transformateur intermédiaire. Les produits sont de l'acide carbonique et le corps transformateur régénéré.

Dans ces conditions, la question fondamentale est, en conséquence, de savoir s'il existe dans la nature une matière de transformation répondant à ces exigences idéales.

L'auteur constate qu'il en existe un grand nombre, dont quelques-unes satisfont même dans une très large mesure à ce desideratum. Ce qu'il y a de surprenant, c'est que tous ces corps, au lieu d'être des métaux hautement positifs, comme le zinc, le fer, le magnésium, etc., sont, sans exception, des corps non métalliques, c'est-à-dire des corps qui, dans aucune des phases de leurs transformations chimiques cycliques, ne passent par l'état métallique. Dans la plupart des cas, on arrive aux meilleurs résultats, non pas en suivant exactement la filière indiquée par les trois équations ci-dessus, mais en introduisant indirectement une série équivalente de réactions.

Pour illustrer cette méthode cyclique de transformation thermo-chimique, l'auteur prend comme corps transformateurs le soufre et l'eau, comme combustible le carbone, et comme agent d'oxydation l'oxygène de l'air.

La première opération consiste à brûler du soufre dans l'air avec production d'acide sulfureux SO^2 et dégagement de 71 000 calories, d'après l'expression suivante :

$$S + O^2 = SO^2 + 71\,000. \qquad (4)$$

On fait ensuite passer le produit SO^2 de la réaction dans l'eau qui l'absorbe pour former la solution électrolytique oxydante. L'addition d'un peu d'acide sulfurique en augmente au besoin la conductibilité.

Comme on le voit par la figure 1, la chaleur développée par la combustion du soufre est communiquée à une cornue, dans laquelle on introduit du carbone F par le tube T', et du soufre I par le tube T, tandis que de l'eau s'écoule goutte à goutte en T'' sur un amas de tessons de poteries ou de pierres en J. Le soufre se brûle en D au contact de l'air arrivant par l'ouverture G. L'acide sulfureux s'échappe en S. La chaleur résultant de la combustion en D échauffe le carbone F au rouge sombre. Le soufre I se vaporise et, en passant sur le carbone chauffé, forme du sulfure de carbone, conformément à l'expression suivante :

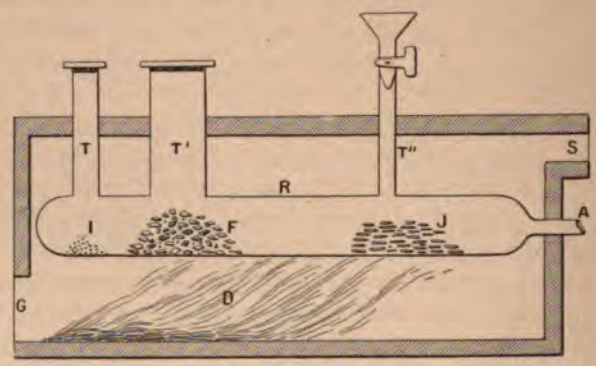


Fig. 1.

$$\left\{ \begin{matrix} 97000 \\ C \end{matrix} \right\} + \left\{ \begin{matrix} 142000 \\ S^2 \end{matrix} \right\} + \left\{ \begin{matrix} 19000 \\ \text{chaleur} \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} 258000 \\ CS^2 \end{matrix} \right\}.$$

Le carbone renfermant 97000, le S^2 142000, et le CS^2 formé 258000 unités d'énergie potentielle moléculaire

rapportées à l'oxygène, il est ainsi prélevé, dans la réaction, 19000 calories extérieures.

Le CS^2 gazeux vient ensuite en contact avec la vapeur d'eau et les fragments de poterie chauffés en J, et il s'y produit une double décomposition avec absorption de 14000 calories de chaleur externe et formation d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique, suivant l'expression

$$\begin{Bmatrix}258000\\ CS^2\end{Bmatrix}+\begin{Bmatrix}0\\ 2H^2O\end{Bmatrix}+\begin{Bmatrix}14000\\ \text{chaleur}\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}272000\\ 2H^2S\end{Bmatrix}+\begin{Bmatrix}0\\ CO^2\end{Bmatrix}.$$

Les produits terminaux H^2S et CO^2 s'échappent en A. On peut recueillir le H^2S dans l'eau qui devient la solution électrolytique réductrice, ou l'employer à l'état gazeux.

On a alors comme dépense d'énergie :

	Calories.
3 équivalents de $S = 3 \times 71000$	213 000
1 équivalent de C	97 000
Total	310 000
dont il a passé dans le H^2S	272 000
laissant ainsi comme chaleur perdue dans le foyer	38 000

Dans l'opération suivante on fait réagir l'un sur l'autre le SO^2 et le H^2S en développant de l'énergie électrique et régénérant les réactifs intermédiaires, soufre et eau.

Cette réaction bien connue entre SO^2 et H^2S à l'état gazeux offre un des plus remarquables exemples de combustion spontanée à basse température. Elle est représentée par l'équation suivante :

$$\begin{Bmatrix}272000\\ 2H^2S\end{Bmatrix}+\begin{Bmatrix}0\\ SO^2\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}0\\ 2H^2O\end{Bmatrix}+\begin{Bmatrix}213000\\ 3S\end{Bmatrix}+\begin{Bmatrix}59000\\ \text{Chaleur}\\ \text{ou énergie}\\ \text{électrique.}\end{Bmatrix}.$$

On a comme produits terminaux les 2 molécules d'eau et les 3 molécules de soufre originaires qui ont servi d'agents transformateurs. Ils n'ont eu d'autre rôle que de recevoir 59000 calories sur les 97000 contenues dans un atome de carbone et de restituer cette énergie dans une réaction qui s'effectue à basse température, même dans une solution froide, soit sous forme de chaleur, soit sous forme d'énergie électrique sans chaleur.

Les figures 2 et 3 représentent un appareil qui permet

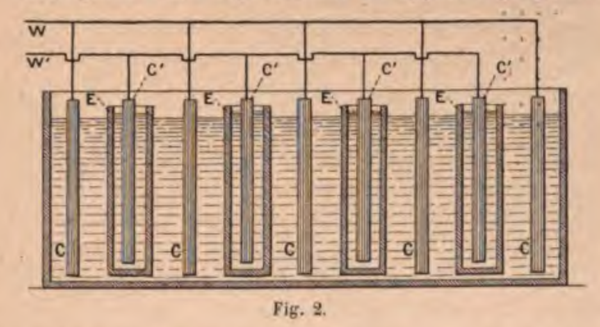


Fig. 2.

de réaliser cette réaction finale. Dans la figure 2, les électrodes de carbone C sont en contact avec l'une des solutions, soit le SO^2, soit le H^2S, tandis que les électrodes C' sont en contact avec l'autre solution. Ces deux solutions sont séparées par les vases poreux E; celle contenue dans les vases doit être à un niveau plus élevé que la solution extérieure.

Le SO^2 et le H^2S peuvent être fournis à l'état gazeux, sous pression, à l'appareil de la figure 3. L'un des gaz y arrive par les tuyaux P à l'intérieur des électrodes creuses en charbon C, et l'autre par les tuyaux P', aux électrodes creuses en charbon C', plongées toutes deux dans une solution étendue d'acide sulfurique. Les fils W et W' complètent le circuit électrique. La pression doit être assez élevée pour forcer les gaz à travers les pores des élec-

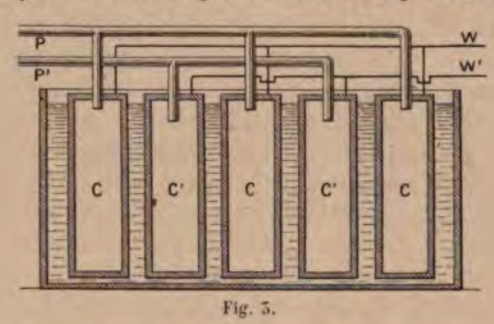


Fig. 3.

trodes de charbon dans l'électrolyte, où ils se dissolvent. Le soufre régénéré se précipite sous forme de poudre blanche que l'on peut séparer par filtration ou décantage après dépôt.

La balance d'énergie s'établit alors de la manière suivante :

	Calories.	
1 atome de carbone dépensé	97 000	»
3 atomes de soufre dépensés	213 000	»
3 atomes de soufre régénérés	»	213 000
Chaleur perdue dans le foyer	»	38 000
Transformation en énergie électrique	»	59 000
	310 000	310 000

Les trois atomes de soufre régénérés balançant exactement les trois atomes employés, on peut les laisser de côté, en ne tenant compte dans la réaction que de 1 atome de carbone dépensé pour 59000 calories transformées en énergie électrique, ce qui correspond à un rendement maximum de

$$\frac{59000}{97000}=0,61.$$

Ce dernier résultat suppose cependant l'absence de perte dans l'opération finale ou galvanique; or, si elle est possible théoriquement, on ne saurait l'admettre en pratique. En effet, bien que la f. é. m. théorique de l'élément soit de

$$\frac{59000}{4\times 23260}=0,63 \text{ volt},$$

la f. é. m. la plus élevée obtenue jusqu'ici par l'auteur, en circuit fermé, a été de 0,36 volt, ce qui correspond à un rendement de

$$61\times\frac{0,36}{0,63}=0,35.$$

On n'a envisagé jusqu'ici que les réactions chimiques

impliquées par le procédé de transformation; mais elles sont accompagnées de changements d'état physique des matières en jeu, et on ne peut pas ne pas en tenir compte. Ainsi le carbone passe, en brûlant, de l'état solide à l'état gazeux; mais les 97000 calories admises pour sa chaleur de combustion comprennent ce changement d'état. De même pour le soufre, les 71 000 calories qu'il dégage en brûlant sont en plus de la quantité de chaleur nécessaire à le faire passer de l'état solide à l'état gazeux. Quant aux deux molécules d'eau à l'état liquide qui entrent dans la réaction, elles ne fournissent aucune énergie moléculaire et exigent, en conséquence, du foyer la fourniture de 19200 calories supplémentaires pour leur conversion en vapeur. Cette énergie se trouvera de nouveau libérée quand le H^2S et le SO^2 se dissoudront dans l'eau; mais elle ne serait certainement pas utilisable dans l'appareil représenté par la figure 2, les gaz n'arrivant dans la pile qu'à l'état de dissolution. L'auteur ne saurait dire encore si elle le serait davantage dans l'appareil de la figure 3; mais, ces 19200 calories de vaporisation pouvant être, en pratique, empruntées aux 38000 nécessairement dissipées dans le foyer, ne doivent pas nécessairement affecter les chiffres ci-dessus donnés pour le rendement.

Sans attacher une grande importance commerciale à ce mode particulier de mise en œuvre de la méthode indiquée, l'auteur estime qu'il trace la seule voie dans laquelle on puisse espérer réaliser un progrès de quelque valeur sur les procédés thermo-dynamiques.

Sa forme cyclique est, en tout cas, des plus intéressantes. E. B.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 5 octobre 1896.

Recherches sur les propriétés explosives de l'acétylène; par MM. Berthelot et Vieille. — L'acétylène est un composé endothermique, dont la décomposition en éléments dégage à peu près la même quantité de chaleur que la combustion d'un volume égal d'hydrogène, formant de la vapeur d'eau. Ce caractère, découvert par M. Berthelot, l'a conduit à faire détoner l'acétylène au moyen de l'action excitatrice de l'amorce au fulminate de mercure, en opérant à volume constant (*Sur la force des matières explosives*, t. I, p. 109).

L'importance industrielle acquise récemment par l'acétylène dans l'éclairage nous a engagés à rechercher les conditions précises dans lesquelles ses propriétés explosives étaient susceptibles de se manifester, et, par conséquent, à signaler les précautions que réclame son emploi pour la pratique.

I. *Influence de la pression.* — Sous la pression atmosphérique et à pression constante l'acétylène ne propage pas, à une distance notable, la décomposition provoquée en un de ses points. Ni l'étincelle, ni la présence d'un point en ignition, ni même l'amorce au fulminate, n'exercent d'action, au delà du *voisinage de la région soumise directement à l'échauffement ou à la compression.* MM. Maquenne [1] et Dixon ont publié, sur ce point, des observations intéressantes.

Or nous avons observé qu'il en est tout autrement, dès que la condensation du gaz est accrue, et sous des pressions *supérieures à deux atmosphères.* L'acétylène manifeste alors les propriétés ordinaires des mélanges tonnants. Si l'on excite sa décomposition par simple ignition en un point, à l'aide d'un simple fil de platine ou de fer, porté à l'incandescence au moyen d'un courant électrique, elle se propage dans toute la masse, sans affaiblissement appréciable.

Nous avons observé ce phénomène sous des longueurs de 4 m, dans des tubes de 20 mm de diamètre. Cette propriété peut être rapprochée de l'abaissement de la limite de combustibilité des mélanges tonnants sous pression : elle est vraisemblablement générale dans les gaz endothermiques.

Décomposition de l'acétylène gazeux. — Le tableau suivant renferme les pressions et les durées de réaction, observées lors de l'inflammation de l'acétylène au moyen d'un fil métallique rougi au sein de la masse gazeuse, sous diverses pressions initiales.

Numéros de l'expérience.	Pression initiale absolue en kg par cm².	Pression observée aussitôt après réaction en kg par cm².	Durées de réaction en millièmes de seconde	Rapport des pressions initiales et finales.
38. . . .	2,23	8,77	»	3,93
43. . . .	2,23	10,73	»	4,81
28. . . .	3,50	18,58	76,8	5,31
31. . . .	3,43	19,33	»	5,63
39. . . .	5,98	41,73	66,7	6,98
26. . . .	5,98	43,43	»	7,26
32. . . .	5,98	41,53	45,9	6,94
23. . . .	11,23	92,73	26,1	8,24
40. . . .	11,23	91,73	39,2	8,00
29. . . .	21,13	21,37	16,4	10,13
30. . . .	21,13	21,26	18,2	10,13

La dernière vitesse est encore très inférieure à celle de l'onde explosive dans le mélange oxhydrique.

Après la réaction, si l'on ouvre l'éprouvette en acier, munie d'un manomètre Crusher, dans laquelle a été opérée la décomposition, on la trouve entièrement remplie d'un charbon pulvérulent et volumineux, sorte de suie légèrement agglomérée, qui épouse la forme du

(1) *Comptes rendus*, CXXI, 1895.

récipient et peut en être retirée sous la forme d'une masse fragile. Quant au gaz provenant de la décomposition, il a été trouvé formé d'hydrogène pur. Aussi la pression finale, après refroidissement, est-elle exactement égale à la pression initiale.

Le décomposition s'effectue donc suivant la formule théorique

$$C^2H^2 = C^2 + H^2.$$

Le tableau ci-dessus montre que, sous des pressions initiales de 21 kg environ, tensions égales à la moitié de la tension de vapeur saturée de l'acétylène liquide, à la température ambiante de 20 degrés, l'explosion décuple la pression initiale.

La température développée au moment de la décomposition explosive peut être évaluée de la façon suivante.

La chaleur produite serait de $+58,1$ calories, si le carbone se séparait à l'état de diamant; mais pour l'état de carbone amorphe, elle se réduit à $+51,4$ calories. D'autre part, la chaleur spécifique à volume constant de l'hydrogène, H^2, à haute température, est représentée, d'après nos expériences, par la formule

$$4,8 + 0,0016\,(t - 1600).$$

Admettons la chaleur spécifique moyenne, déterminée par M. Violle pour les hautes températures, nous aurons pour $C^2 = 24$ g la valeur

$$8,4 + 0,00144\,t.$$

D'après ces nombres réunis et l'équation du second degré correspondante, la température de la décomposition à volume constant serait

$$t = 2750 \text{ degrés environ.}$$

Enfin la pression développée serait 11 fois aussi grande que la pression initiale; ce qui s'accorde suffisamment avec les résultats observés sous des pressions initiales de 21 kg par cm², pressions assez fortes sans doute pour que le refroidissement produit par les parois puisse être négligé.

Pour des pressions moindres, le refroidissement intervient en abaissant les températures, dont la vitesse des réactions est fonction, et même fonction variant suivant une loi très rapide.

Ainsi, la durée de la décomposition de l'acétylène décroît rapidement, à mesure que la pression augmente, et cela non seulement à cause de l'influence moindre du refroidissement, mais aussi par l'effet de la condensation. Observons, d'ailleurs, que le rapport entre la pression initiale et la pression développée est calculé ici d'après les lois des gaz parfaits. Or, ce rapport doit s'élever de plus en plus au delà de la limite précédente, quand les pressions initiales deviennent plus considérables, en raison de la compressibilité croissante du gaz; celle-ci faisant croître la densité de chargement plus vite que la pression, à mesure que le gaz s'approche de son point de liquéfaction.

En même temps que la pression croît, la vitesse de la réaction, disons-nous, augmente, celle-ci s'accélérant avec la condensation gazeuse et l'on tend de plus en plus à se rapprocher de la limite relative à l'état liquide. Ce sont là des relations générales, établies par les recherches de M. Berthelot [1], et notamment par ses expériences sur la formation des éthers. L'acétylène liquéfié en fournit de nouvelles vérifications.

Décomposition de l'acétylène liquide. — En effet, la réaction se propage également bien dans l'acétylène liquide, même en opérant par simple ignition, au moyen d'un fil métallique incandescent.

Dans une bombe en acier, de 48,96 cm³ de capacité, chargée avec 18 g d'acétylène liquide (poids évalué d'après le poids de charbon recueilli), on a obtenu la pression considérable de 5564 kg par cm².

Cette expérience conduit à attribuer à l'acétylène une force explosive de 9500, c'est-à-dire voisine de celle du coton-poudre. La bombe renferme un bloc de charbon, aggloméré par la pression, à cassures brillantes et conchoïdales. Ce charbon ne renferme que des traces de graphite, d'après l'examen qu'a bien voulu en faire M. Moissan.

La décomposition de l'acétylène liquide par ignition simple est relativement lente. Dans une expérience (n° 41) pour laquelle la densité de chargement était voisine de 0,15, la pression maxima de 1500 kg par cm² a été atteinte en 9,41 ms (9 millièmes de seconde). Le tracé recueilli sur un cylindre enregistreur indique un fonctionnement statique de l'appareil Crusher, en deux phases distinctes, l'une durant un millième de seconde (soit 1,17 ms), élève la pression à 553 kg; la deuxième phase, plus lente, conduit la pression à 1500 kg, au bout de 9,41 ms, en tout. Ces deux phases répondent, probablement, l'une à la décomposition de la partie gazeuse, l'autre à celle de la partie liquide.

Nous avons retrouvé les mêmes caractères de discontinuité dans plusieurs tracés, concernant la décomposition de mélanges gazeux et liquides.

Il résulte de ce qui précède que toutes les fois qu'une masse d'acétylène gazeuse ou liquide, *sous pression*, et surtout à volume constant, sera soumise à une action susceptible d'entraîner la décomposition de l'un de ses points, et, par suite, une élévation locale de température correspondante, la réaction sera susceptible de se propager dans toute la masse. Il reste à examiner dans quelles conditions cette décomposition en éléments peut être obtenue.

II. *Effets de choc.* — On a soumis au choc, obtenu soit par la chute libre du récipient, soit par l'écrasement au moyen d'un mouton, des récipients en acier de 1 litre environ, chargés, les uns d'acétylène gazeux comprimé à 10 atmosphères, les autres d'acétylène liquide, à la densité de chargement 0,3 (300 g par litre) :

1° La chute réitérée des récipients tombant d'une hau-

[1] *Essai de mécanique chimique*, t. II, p. 94.

teur de 6 m sur une enclume en acier de grande masse n'a donné lieu à aucune explosion.

2° L'écrasement des mêmes récipients, sous un mouton de 280 kg tombant de 6 m de hauteur, n'a produit ni explosion ni inflammation, dans le cas de l'acétylène gazeux comprimé à 10 atmosphères.

Pour l'acétylène liquide, dans notre expérience, le choc a été suivi à un faible intervalle d'une explosion. Ce phénomène paraît attribuable, non à l'acétylène pur, mais à l'inflammation du mélange tonnant d'acétylène et d'air, formé dans l'instant qui suit la rupture du récipient. L'inflammation est déterminée sans doute par les étincelles que produit la friction des pièces métalliques projetées. Ce qui nous amène à cette opinion, c'est l'examen de la bouteille. En effet, celle-ci a été simplement rompue par le choc, sans fragmentation (voir fig. 1), ni trace de



Fig. 1. — 300 g acétylène liquide; mouton pesant 280 kg; 6 m de chute.

dépôt charbonneux; d'où il résulte que l'acétylène n'a pas été décomposé en ses éléments, mais qu'il a simplement brûlé sous l'influence de l'oxygène de l'air.

De semblables inflammations, consécutives à la rupture violente d'un récipient chargé de gaz combustible, ont, du reste, été observées dans de nombreuses circonstances, et notamment dans certaines ruptures de récipients chargés d'hydrogène, comprimé à plusieurs centaines d'atmosphères.

3° Une bouteille en fer forgé, chargée d'acétylène gazeux comprimé à 10 atmosphères, a subi également sans



Fig. 2. — Bouteille de 1 litre, renfermant 290 g d'acétylène; amorce de 1,5 g de fulminate.

explosion le choc d'une balle animée d'une vitesse suffisante pour perforer la paroi antérieure et déprimer la seconde paroi.

4° Détonation par une amorce au fulminate.

Une bouteille de fer, chargée d'acétylène liquide, a été munie d'une douille mince, permettant d'introduire une amorce de 1,5 gr de fulminate de mercure, au milieu du liquide. Le tout a détoné avec violence, par l'inflammation de l'amorce. La fragmentation de la bouteille présentait les caractères observés dans l'emploi des explosifs proprement dits. C'est ce que montre la figure 2. Les débris sont recouverts de carbone, provenant de la décomposition de l'acétylène en ses éléments.

III. *Effets calorifiques.* — Plusieurs causes d'élévation de température locale paraissent devoir être signalées dans les opérations industrielles de préparation, ou d'emploi de l'acétylène.

1° La première résulte de l'attaque du carbure de calcium en excès par de petites quantités d'eau, dans un appareil clos. M. Pictet a rapporté un accident de cette nature. Il y a lieu dès lors de redouter, dans la réaction de l'eau sur le carbure, des élévations de température locales, susceptibles de porter quelques points de la masse à l'incandescence : l'ignition de ces points suffisant, d'après les expériences que nous venons d'exposer, pour déterminer l'explosion de toute la masse du gaz comprimé.

L'élévation locale de la température ainsi provoquée peut d'ailleurs développer des efforts successifs, c'est-à-dire déterminer d'abord la formation des polymères condensés de l'acétylène (benzine, styrolène, hydrure de naphtaline, etc.), étudiés en détail par l'un de nous (*Annales de chimie et de physique*, 4e série, t. XI!, p. 52. 1867). Cette formation même dégage de la chaleur, et la température s'élève ainsi, dans certaines conditions, jusqu'au degré où la décomposition de l'acétylène en ses éléments devient totale et même explosive.

2° D'autres causes de danger, dans les opérations industrielles, peuvent résulter des phénomènes de compression brusque, lors du chargement des réservoirs du gaz, ainsi que des phénomènes de compression adiabatique, qui accompagnent l'ouverture brusque d'un récipient d'acétylène sur un détendeur, ou sur tout autre réservoir de faible capacité. On sait, en effet, qu'il a été établi, par des expériences effectuées sur des bouteilles d'acide carbonique liquide, munies de leur détendeur, que l'ouverture brusque du robinet détermine, dans ce détendeur, une élévation de température susceptible d'entraîner la carbonisation de copeaux de bois, placés dans son intérieur. Dans le cas de l'acétylène, des températures de cet ordre pourraient entraîner une décomposition locale, susceptible de se propager, *a retro*, dans le milieu gazeux maintenu sous pression, et jusqu'au réservoir.

3° Un choc brusque, dû à une cause extérieure capable de rompre une bouteille, ne paraît pas de nature à déterminer directement l'explosion de l'acétylène. Mais la friction des fragments métalliques les uns contre les autres, ou contre les objets extérieurs, est susceptible d'enflammer le mélange tonnant, constitué par l'acétylène et l'air, mélange formé consécutivement à la rupture du récipient.

En résumé, il nous a paru utile et nécessaire de définir plus complètement, au point de vue théorique, et par des

expériences précises, le caractère explosif de l'acétylène, et de signaler, au point de vue pratique, quels accidents peuvent se produire, dans les conditions de son emploi. Hâtons-nous d'ajouter que ces inconvénients ne sont pas, à nos yeux, de nature à compenser les avantages que présente cette matière éclairante, et à en limiter l'usage. Il est facile, en effet, de parer à ces risques par des dispositions convenables, indiquées par nos expériences; telles que, d'une part, l'opérateur évite un écoulement trop brusque du gaz comprimé au travers des détendeurs, et que, d'autre part, il prenne soin d'absorber à mesure la chaleur produite par les compressions et réactions intérieures des appareils, de façon à y prévenir toute élévation notable de température.

Remarques sur une expérience de M. Birkeland, par M. H. Poincaré. (*Extrait.*) — M. Birkeland, en soumettant un tube de Crookes à l'action d'un aimant très puissant, a observé certains phénomènes nouveaux, qu'il était tenté d'attribuer à une sorte d'attraction ou de répulsion que les pôles magnétiques exerceraient sur les rayons cathodiques (*Archives des sciences physiques et naturelles de Genève*, t. I, 4e période, juin 1896). Si un faisceau parallèle de rayons cathodiques est soumis à l'action d'un aimant rectiligne dont l'axe est parallèle à leur direction, ce faisceau devient convergent, et si la distance de l'aimant est convenable, il est concentré en un foyer très net, au point de fondre le verre en très peu de temps.

Ce qui donne à cette observation son caractère paradoxal, c'est que les phénomènes ne changent pas quand on renverse les pôles de l'aimant.

Cependant, en y réfléchissant un peu, tout peut s'expliquer sans faire intervenir aucune hypothèse nouvelle.... (Le reste de la Note est consacré au développement théorique justificatif de cette affirmation. Se reporter aux Comptes rendus.)

Séance du 12 octobre 1896.

Pas de communication ayant un caractère électrique.

BIBLIOGRAPHIE

Électricité industrielle, par E. Gossart, chargé de cours à la Faculté des sciences de Bordeaux. — *J. Laurens*, et *Féret et fils*, Bordeaux, 1895 et 1896.

C'est toujours avec un nouveau plaisir que nous enregistrons les progrès croissants de l'enseignement électrique dans nos Facultés devenues aujourd'hui des Universités. Rien ne peut contribuer davantage à vulgariser notre science et, en la faisant connaître, aimer et apprécier, à préparer une solide génération de praticiens, peut-être de savants, qui, à des degrés différents, fourniront un jour à notre pays un appoint de prospérité ou de gloire.

Lille, Grenoble, Bordeaux, nous ont déjà donné dans la publication des cours de MM. Brunhes, Janet, Pionchon, d'heureux et précieux spécimens de cet enseignement pratique; les mutations universitaires, en remplaçant à Grenoble M. Janet par M. Pionchon, ont fait succéder à ce dernier M. Gossart dans la chaire de Bordeaux, et nous sommes d'autant plus heureux de saluer aujourd'hui le nouveau professeur que nous lui devons des excuses pour notre retard bien involontaire dans ces souhaits de bienvenue. Ses premiers cours remontent en effet à près de deux ans et nous ne savons par suite de quel concours de circonstances (la modestie n'y est peut-être pas étrangère) la publication de sa première année de cours (1894-1895) ne nous a été révélée que par celle de la deuxième (1895-1896).

Nous avons donc sous les yeux ces deux séries de leçons, et, si nous ne les traitons pas de volumes, malgré toute l'apparence qu'elles en ont, c'est que, à l'exemple de ses devanciers et sous l'empire du sentiment auquel nous faisions tout à l'heure allusion, M. Gossart n'a pas en réalité publié ses leçons. Il les a laissé rédiger par son préparateur pour les mettre, sous forme d'autographie, à la disposition de ses élèves, et c'est presque une indiscrétion que d'en signaler l'existence au public.

Soyons donc indiscrets jusqu'au bout et ne dissimulons pas que notre jeune pléiade de professeurs, pleine d'admiration pour les travaux de la génération qui la précède, ayant d'ailleurs conscience de ce qu'elle se doit à elle-même, se fait ainsi en quelque sorte la main jusqu'au jour où, sûre de son terrain et convenablement armée à son gré, elle pourra se livrer à de plus grands assauts en comblant les vides laissés devant elle.

Ces très sages essais ne sont pas d'ailleurs de pure forme. Avant de se lancer dans un cours méthodique *ex professo*, M. Gossart a voulu se tâter lui-même et a choisi comme sujet de ses leçons des points en apparence restreints qui lui permettaient, suivant la nature de son auditoire, de s'étendre plus ou moins à droite ou à gauche, sans perdre de vue le caractère essentiellement industriel de l'enseignement qui lui est demandé. L'approche de l'Exposition industrielle de Bordeaux, jointe à la récente inauguration du tramway électrique reliant cette ville au Vigean, lui a fourni la matière de sa première année de cours sous le titre de *Production industrielle de l'énergie électrique*, et il n'a pas été moins bien inspiré en traitant l'année suivante de l'*Utilisation industrielle de l'énergie électrique*, basée sur l'étude descriptive et technique complète de « La maison électrique » figurant à l'Exposition à peine close de 1895. Les six stations électriques établies pour l'éclairage de Bordeaux lui fournissaient en outre ample matière à démonstrations. Il a su profiter largement des moyens

d'instruction ainsi mis à sa disposition; nous ne pouvons que l'en féliciter, l'à-propos est en tout un des grands éléments de succès dans la vie.

Nous ne pensons pas être désagréable au nouveau professeur (ce serait en tout cas bien malgré nous) en lui disant qu'il a lui-même largement profité de ses leçons. Le besoin d'être net et précis ne se fait nulle part mieux sentir que dans une chaire, et sa seconde année d'enseignement a déjà pris une plus grande sûreté didactique et terminologique qui, sous l'empire de la nécessité, ne fera, nous en sommes convaincu, que s'affirmer chaque jour davantage.

Ces vingt-quatre leçons en deux années, comprenant jusqu'aux rayons X et à la fabrication du carbure de calcium, sont intéressantes tant par elles-mêmes que par l'originalité avec laquelle les sujets sont amenés.

E. Boistel.

La photographie à travers les corps opaques, par Santini. — *Ch. Mendel*, éditeur, Paris, 1896.

Sans prétention scientifique, cette petite brochure, qui se rattache à la *Bibliothèque pratique des amateurs de photographie*, est toute d'actualité et bien faite pour les amateurs. Elle les initie sommairement aux nouveaux phénomènes qui, depuis quelques mois, ont tant fait parler d'eux et donné lieu à tant de communications, échanges de vue et discussions sans avoir encore révélé leur nature intime. Quand nous disons « nouveaux », nous allons peut-être un peu au delà de la pensée de l'auteur; il semble en effet avoir pour objectif de contester la découverte du Dr Röntgen en en reportant le mérite sur d'autres qui auraient été ses précurseurs. Mais, que les rayons cathodiques, électriques obscurs, X, etc., aient ou non une commune origine ou un lien d'étroite parenté, il n'en est pas moins vrai que le savant autrichien est le premier à avoir démontré la prodigieuse action de ces derniers et que son nom restera attaché à leur révélation, comme ceux de Gramme, d'Edison, de Gaulard sont indissolublement liés à d'autres résultats pratiques, quel que puisse être le mérite de ceux qui les ont précédés.

L'étude qui accompagne ce travail, sur les *Images photofulgurales* et la curieuse énumération de faits plus ou moins authentiques cités par l'auteur dans cet ordre de phénomènes, n'en sont pas la partie la moins intéressante, et nous bornerions là cette courte analyse si nous n'étions obligés de rectifier une erreur bien gratuitement introduite à la page 12 et caractéristique de ce prétendu enseignement moderne contre lequel nous nous sommes plus d'une fois élevé.

L'auteur dit en effet « la cathode, ou, *pour mieux se conformer à l'étymologie grecque*, la catode (κατά, en bas, ὁδός, chemin) ». — Permettez, monsieur Santini, parlons, si vous le voulez bien, de ce que nous savons, et ne nous égarons pas sur un terrain étranger à nos connaissances. Vous n'avez pas remarqué sur le mot ὁδός, que vous avez cependant correctement écrit, un petit signe nommé « esprit rude », qui, dans tous les mots tirés du grec, se traduit en français par un *h* et qui, chez les Grecs eux-mêmes, appelait, dans les mots composés, le remplacement du τ (*t*) par le θ (*th*). Nous en avons des exemples frappants dans « mé*th*ode », « ca*th*olique », « ca*th*édrale », etc., tandis que, pour la raison ci-dessus donnée, « mé*t*empsychose », « ca*t*échisme », etc., s'écrivent simplement par un *t*, parce que le mot suivant porte un esprit doux.

C'est d'ailleurs par suite de la même erreur, mais inverse, que la plupart des auteurs écrivent « cathion » au lieu de « cation », le mot grec ἰών ayant un esprit doux qui ne comporte pas l'introduction d'un *h*. — On doit donc écrire « cathode » et « cation », dût-on prononcer « cacion », puisque nous ne connaissons pas d'exemples, en français, de cette terminaison faisant sentir le *t*.

A quelque chose malheur est bon, comme vous voyez, puisqu'une correction en appelle une autre. Nous vous remercions de nous avoir fourni l'occasion de la faire.

E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Émile Barrault, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

255060. — **Compagnie française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux systèmes de distribution d'énergie électrique au moyen des courants alternatifs* (25 mars 1896).

255059. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux contrôleurs série parallèle* (25 mars 1896).

255166. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux compteurs d'énergie électrique* (31 mars 1896).

255190. — **Smith.** — *Perfectionnements dans les appareils téléphoniques* (31 mars 1896).

255226. — **Julien.** — *Pile secondaire à deux liquides* (1er avril 1896).

255227. — **Julien.** — *Construction d'électrode métal pour accumulateur* (1er avril 1896).

255228. — **Julien.** — *Accumulateur à électrodes-métal solubles constante* (1er avril 1896).

255234. — **Chapman.** — *Perfectionnement aux montures des lampes électriques à incandescence* (1er avril 1896).

255247. — **Renous** et **Bronislawski.** — *Lampe électrique à incandescence, système Bronislawski et Renous* (7 avril 1896).

255290. — **Arnold.** — *Lampe à arc voltaïque à point lumineux fixe et à potentiel constant* (3 avril 1896).

255381. — **Wilhelm** et **Tillman.** — *Perfectionnements dans les transmetteurs téléphoniques* (7 avril 1896).

255400. — **Guglielmini.** — *Perfectionnements dans l'emploi des téléphones* (8 avril 1896).

255465. — **Hardegen.** — *Perfectionnements au microphone* (11 avril 1896).

255470. — **Allan Powell, Tibbitz** et **Munford.** — *Perfectionnements aux accumulateurs électriques à leurs supports et accessoires pour adaptation aux lampes à incandescence* (11 avril 1896).

255515. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnement des appareils de régulation et de sûreté pour courants alternatifs* (14 avril 1896).

255516. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements dans les transformateurs* (14 avril 1896).

255596. — **Hempel.** — *Compteur automatique pour téléphones* (16 avril 1896).

255645. — **Anizan.** — *Nouveau système de microphone à action électromagnétique* (18 avril 1896).

255555. — **Becker.** — *Pince à charbon pour éléments galvaniques* (15 avril 1896).

255562. — **Halle.** — *Dynamo à courant continu bipolaire dont l'armature à circuit fermé est composée de bobines associées en parallèle* (16 avril 1896).

255564. — **Heil.** — *Accumulateur* (15 avril 1896).

255583. — **Schmidt.** — *Modificateur aux piles galvaniques* (15 avril 1896).

255538. — **Hirsch** et **Mlle Hirsch**, et **Trottmann.** — *Perfectionnements aux balais et porte-balais pour commutateurs* (14 avril 1896).

255687. — **Von Siemens.** — *Commutateurs pour moteurs électriques avec résistance s'intercalant automatiquement* (20 avril 1896).

255712. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements apportés aux interrupteurs à déclanchement automatique pour les circuits électriques* (21 avril 1896).

255553. — **Dubrot.** — *Lampe à arc à frein électromagnétique* (5 avril 1896).

255573. — **Sécrétan.** — *Perfectionnements apportés à l'établissement des anodes électrolytiques* (15 avril 1896).

255651. — **Julien.** — *Charbons incombustibles plus spécialement destinés à l'électrolyse* (18 avril 1896).

255678. — **Duviviers, de Flérés** et **Khan.** — *Système de lampe à arc voltaïque et à incandescence réunis, à allumage et rallumage automatiques* (20 avril 1896).

255696. — **Champion.** — *Système et dispositif d'illumination électrique par lampes à incandescence dit : La Champion électrique illumination* (20 avril 1896).

255721. — **Chapman.** — *Relai perfectionné* (21 avril 1896).

255734. — **Meritt** et **Joy.** — *Perfectionnements dans les appareils télégraphiques imprimeurs* (21 avril 1896).

255728. — **Arzt.** — *Générateur d'électricité* (21 avril 1896).

255736. — **Rochatte.** — *Pile électrique à grand débit* (21 avril 1896).

255820. — **Schneider.** — *Monture intérieure pour accumulateur électrique* (24 avril 1896).

255735. — **Wright, Heckman, Graves** et **Carnahan.** — *Perfectionnement dans les commutateurs électriques* (21 avril 1896).

255767. — **Société Accumulatoren Fabrik Actien gesellschaft.** — *Dispositif pour déterminer la force électromotrice des accumulateurs électriques* (22 avril 1896).

255924. — **Salomon.** — *Commutateur électrique* (28 avril 1896).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Société des Tramways Algériens. — Dans notre précédente chronique, nous avons publié les statuts de la Société qui vient de se former. Nous donnons aujourd'hui un résumé du traité intervenu entre les parties contractantes et dont la connaissance est indispensable à l'examen des résultats futurs de l'entreprise.

La Société Gatti, Barzan et Dalaise a obtenu des communes d'Alger et de Mustapha la concession de l'exploitation d'un certain nombre de lignes de voitures publiques, suivant acte administratif du 3 septembre 1891.

Parmi ces lignes se trouvent les suivantes :

1° Ligne : Hôpital du Dey (Alger) au plateau Saulière (Mustapha ;

2° Ligne de la Place du Gouvernement (Alger) à la colonne Voirol (Mustapha), service direct.

Cette concession a été faite pour une durée de neuf ou douze années.

Depuis cette époque, la Société Gatti, Barzan et Dalaise a demandé et obtenu des communes intéressées la rétrocession, pour une durée de cinquante années, d'une concession de tramway électrique à établir pour effectuer le service des lignes principales dont le tracé et les conditions ont été arrêtés dans un projet de cahier des charges et une convention passée entre les communes intéressées et ladite Société à la date du 13 octobre 1894.

Dans cette situation, MM. Dalaise, Gatti et Barzan ont offert à la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson Houston, qui a accepté, de lui céder la totalité de l'actif dépendant de leur Société à la charge par la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson Houston de construire et d'exploiter les lignes dont la concession est demandée, d'y installer le matériel fixe et roulant nécessaire au fonctionnement du tramway électrique et de remplir enfin les engagements pris conformément à la convention susvisée du 13 octobre 1894.

Il est intervenu le traité ci-dessous entre les parties contractantes :

MM. Dalaise, Gatti et Barzan, agissant tant en leur nom personnel, qu'au nom et comme seuls membres de la Société susénoncée « Gatti, Barzan, Dalaise », vendent et cèdent conjointement et solidairement entre eux et avec leur Société, sous toutes garanties de fait et de droit : A la Compagnie Française Thomson Houston

Tous les éléments qui au moment de la prise de possession ci-après fixée, composeront l'actif de la Société « Gatti, Barzan, Dalaise », en quoi que lesdits éléments puissent consister, sans aucune exception ni réserve.

Les éléments d'actif ainsi cédés et vendus comprenant notamment le matériel et le mobilier industriel ainsi que tous les droits et avantages résultant et pouvant résulter des conventions et actes visés en l'exposé qui précède, c'est-à-dire :

Du traité intervenu le 3 septembre 1891, avec les communes d'Alger et de Mustapha, pour l'exploitation des lignes Hôpital du Dey (Alger) au Plateau Saulière (Mustapha) et de la Place du Gouvernement (Alger) à la colonne Voirol (Mustapha) et des lignes annexes.

Et du traité de rétrocession passé avec les communes intéressées le 15 octobre 1894, pour la concession d'une ligne intercommunale de tramways à traction électrique.

La prise de possession de tous éléments d'actif, vendus et cédés aux termes de l'article 1er ci-dessus, est fixée au 1er juillet 1995.

La présente cession est faite et acceptée à la charge par la Compagnie Française Thomson Houston;

Et de remplir et exécuter au lieu et place de la Société cédante, tous les engagements et toutes les charges incombant à cette dernière aux termes des deux traités susvisés des 5 septembre 1891 et 15 octobre 1894, le tout de façon à ce que la Société Gatti, Barzan, Dalaise ne puisse être inquiétée ni recherchée à ce sujet.

Il est expliqué que la somme ci-dessus comprend le cautionnement de 15 000 fr. que MM. Gatti, Barzan, Dalaise ont versé aux communes en exécution du traité du 5 septembre 1891 et que par suite de la cession de tous les éléments d'actif, objet des présentes, ladite somme de 15 000 francs deviendra dès le 1er juillet prochain la propriété exclusive de la Compagnie Française Thomson Houston.

Il est expliqué en outre et expressément reconnu par toutes les parties qu'en dehors des engagements et des charges incombant à la Société Gatti, Barzan, Dalaise, par suite des deux traités des 5 septembre 1891 et 15 octobre 1894 et que la Compagnie Française Thomson Houston doit exécuter ainsi qu'il vient d'être stipulé, ladite Compagnie n'aura à supporter aucun passif.

La Société Gatti, Barzan, Dalaise, ainsi que les soussignés de seconde part l'y obligent, consentira par acte séparé à la Compagnie Française Thomson Houston, la cession de toutes locations et de tous baux à elle consentis, en vue de l'occupation des locaux nécessaires à l'exploitation actuelle et de l'établissement des constructions nouvelles à faire aux environs du plateau Saulière, le tout conformément aux plans qui seront fournis par ladite Compagnie Française Thomson Houston. Cette cession aura lieu moyennant le prix et sous les conditions énoncées dans le bail qui a été passé par la Société Gatti, Barzan, Dalaise, le 12 avril 1895.

La Compagnie Française Thomson Houston se réserve et elle aura toujours le droit de constituer ultérieurement une Société anonyme ayant pour objet les concessions et exploitations dont s'agit aux présentes.

— Du traité intervenu entre la Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson Houston et la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie précédemment énoncé il résulte que

La Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie s'étant entendue avec la Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson Houston, à l'effet d'établir la traction électrique sur son réseau de Saint-Eugène à Hussein-Dey, et prolongement de la ligne du carrefour du Champ de Manœuvres à Belcourt ou prolongement jusqu'au Ruisseau, les conventions suivantes sont intervenues d'un commun accord entre les deux Sociétés susnommées, lesquelles seront désignées au cours du présent traité sous le nom de « Compagnie Française Thomson Houston et Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie. »

La Compagnie Française Thomson Houston s'oblige par les présentes et sous les conditions qui vont être stipulées ci-après envers la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie,

A fournir à cette dernière Société les moyens de transformer en traction électrique, avec fils aériens, la traction à vapeur sur le réseau défini ci-dessus.

Le présent traité est fait pour une durée de 25 années qui commenceront à courir du jour où la traction électrique sera mise en exploitation, ainsi qu'il est dit ci-après.

La Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie effectuera sous sa responsabilité et à ses frais, d'accord avec la Compagnie Française Thomson Houston et les autorités, toutes réparations et déplacements de ses voies existantes qui seraient nécessaires pour l'établissement de la traction électrique ainsi que tous travaux accessoires de pavage, de terrassement et de transport qui en seraient la conséquence; d'ores et déjà la Compagnie Thomson Houston s'engage à accepter le tracé actuel approuvé par le Département, aussitôt après l'achèvement de ces travaux qui devront être terminés concurremment avec les travaux à la charge de la Compagnie Française Thomson Houston, cette dernière Compagnie procédera à la constatation du bon état des voies; elle pourra refuser de commencer le service qui lui incombe, si les voies ne remplissaient pas les conditions nécessaires pour l'établissement de la traction électrique.

Après cette constatation, la voie continuera à être maintenue en bon état par les soins et aux frais de la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie, et si cette dernière manquait à ce devoir, la Compagnie Française Thomson Houston pourrait faire elle-même les réparations qui deviendraient nécessaires aux frais de la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie.

Le service de la traction sur les lignes désignées ci-dessus, sera assuré par la Compagnie Française Thomson Houston à titre d'entrepreneur de traction. La Compagnie Thomson Houston s'engage, en ce qui la concerne, à être prête à mettre la ligne en exploitation huit mois après la date où elle sera mise en possession des autorisations administratives et autres qui devront lui être fournies par la Société des Chemins de fer sur route d'Algérie, la Compagnie Française Thomson Houston déclinant toute responsabilité du fait de ces autorisations et du retard qui pourrait être apporté à leur obtention, ces autorisations devant être demandées et obtenues par la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie

En conséquence de ce qui précède, la Compagnie Française Thomson Houston fournira tout le matériel fixe et roulant et ses accessoires nécessaires à la traction prévue, savoir :

1° La partie mécanique et la partie électrique de la station génératrice et leurs aménagements;

2° Les lignes électriques aériennes et les poteaux, les connexions de rails pour la ligne de retour;

3° Les voitures automobiles au nombre de vingt-deux.

Tout ce matériel demeurera, pendant toute la durée du traité, la propriété de la Compagnie Française Thomson Houston et le droit de propriété lui sera reconnu par les administrations concessionnaires ou autorisantes, à la diligence de la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie, en ce qui concerne les installations établies sur la voie publique et le matériel roulant.

Les voitures automobiles seront du type actuellement adopté à Alger et auront 42 places.

Les poteaux seront en tubes d'acier étiré, du type également adopté actuellement à Alger.

Les voitures qui pourraient être attelées aux voitures automobiles comme voitures supplémentaires appartiendront à la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie, qui aura la charge de leur entretien, nettoyage et éclairage. Toutes les modifications qui seraient nécessaires à leur nouvel emploi seront exécutées par les soins de la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie sur indications de la Compagnie Française Thomson Houston.

La Compagnie Française Thomson Houston aura à sa charge l'entretien des installations et fournitures à faire par elle ci-dessus indiquées.

Au moment où la ligne sera livrée au public, il sera dressé un état complet des objets mis en service de traction par la Compagnie Française Thomson Houston, en exécution de l'article 6 ci-dessus.

La Compagnie Française Thomson Houston aura la faculté de faire toutes additions de matériel qu'elle aura reconnues nécessaires pour la bonne marche de l'exploitation.

D'ores et déjà, quoique le devis ne porte que 22 voitures, la Compagnie Française Thomson Houston s'engage à tenir deux voitures en réserve, en remise, afin de parer à toutes éventualités ou accidents ainsi qu'un nombre de moteurs de rechange en quantité suffisante pour parer à toutes exigences du service.

L'éclairage des voitures automobiles, ainsi que celui de l'usine et remises, sera à la charge de la Compagnie Française Thomson Houston sans supplément de dépense, en dehors de ceux prévus à l'article ci-après.

Les salaires des wattmen, ainsi que du personnel nécessaire à la marche de l'usine et à l'entretien des installations mécaniques et électriques, de la ligne électrique et du matériel de voitures automobiles seront à la charge de la Compagnie Française Thomson Houston.

Tout le personnel d'exploitation, en dehors de celui qui est indiqué ci-dessus, reste à la charge de la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie.

Les wattmen et le personnel de l'usine devront, au point de vue de l'exploitation, se conformer aux règlements élaborés d'accord avec les deux Sociétés.

Le courant électrique nécessaire au fonctionnement du réseau dont il s'agit aux présentes sera produit par la Compagnie Française Thomson Houston dans son usine et fourni à la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie par la Compagnie Française Thomson Houston, au moyen des appareils installés par celle-ci. Le prix de cette fourniture sera compris dans le prix de traction stipulé à l'article 13.

La Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie fournira en location à la Compagnie Française Thomson Houston un terrain de 2000 mètres carrés, dont 500 couverts et clos à l'usage de l'usine génératrice, ainsi que l'abri nécessaire aux voitures automobiles servant à l'exploitation.

Cet emplacement et ces bâtiments seront donnés en location par la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie, à la Compagnie Française Thomson Houston, pour une durée égale à celle des présentes, soit de 25 années, moyennant un loyer annuel de cent francs.

Il est toutefois entendu que le loyer ne commencera à être dû par la Compagnie Française Thomson Houston qu'à partir de l'ouverture au public de l'exploitation par la traction électrique.

Le prix de la traction effectuée pour le service de la Sociét des Chemins de fer sur routes d'Algérie par la Compagnie Française Thomson Houston, en vertu des dispositions qui précèdent, ainsi que la rémunération des diverses charges qui résultent de ces dispositions, sera déterminé comme suit à forfait :

Quarante et un centimes par kilomètre voiture automobile et quinze centimes par kilomètre voiture remorquée, avec un minimum annuel de six cent mille francs.

Il est entendu que le chiffre de 41 centimes comprend :

1° L'énergie nécessaire pour la traction des voitures automobiles de 42 places; le prix du charbon industriel dont la consommation entre dans le chiffre de quarante et un centimes ci-dessus, étant évalué à trente-deux francs la tonne.

2° Les frais de distribution de force ainsi que l'eau nécessaire au service de l'usine, évaluée à dix-huit centimes le mètre cube, le graissage du matériel de l'usine et des voitures en circulation, l'éclairage des voitures automobiles de l'usine et de la remise, l'entretien, les réparations et le renouvellement s'il y a lieu, du matériel roulant ainsi que du matériel mécanique et électrique tant sur les voitures qu'à l'usine et sur la ligne aérienne et de retour.

3° Le salaire des conducteurs (wattmen), calculé sur le prix de cinq francs par jour et par homme, à raison de un homme et demi par voiture automobile en service, ainsi que celui du personnel de l'usine et des ateliers de réparation quels qu'ils soient.

4° L'entretien du matériel roulant et de la ligne aérienne comprenant toutes les fournitures et la main-d'œuvre.

5° L'intérêt et l'amortissement de toutes les installations à la charge de la Compagnie Française Thomson Houston.

Le prix de 0,41 fr ci-dessus, serait modifié dans le cas d'augmentation notable, dans les éléments de dépenses indiqués ci-dessus et pris pour base de sa fixation.

Toutes les fois qu'il se produira, sur les prix du charbon, une hausse de dix pour cent, se maintenant pendant un délai de 3 mois, le prix de traction se trouvera augmenté de six millièmes par kilomètre voiture et ainsi de suite pour chaque augmentation de dix pour cent.

La Compagnie Française Thomson Houston recevra sur les recettes journalières réalisées par la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie une somme calculée d'après le nombre de kilomètres parcourus par toutes les voitures qui circulent sur le réseau déterminé ci-avant.

Les sommes revenant ainsi à la Compagnie Française Thomson Houston seront versées par la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie les 5 et 20 de chaque mois pour les comptes arrêtés les 1ers et 15 qui précéderont; mais ce règlement ne sera que provisoire et à la fin de l'année il sera dressé un compte définitif établissant le nombre de kilomètres parcourus, ainsi que la somme nécessaire pour parfaire, s'il y a lieu, le minimum de six cent mille francs garanti. Cette somme sera acquittée lors du règlement du dernier mois.

A l'effet d'assurer la complète exécution des dispositions contenues en l'article qui précède, la Compagnie Française Thomson Houston aura un droit de surveillance et de contrôle qu'elle exercera tant par des agents qu'elle pourra placer à ses frais sur la ligne; qu'au moyen de la communication qui lui sera faite tous les quinze jours, par la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie, des feuilles ou registres qu'elle tiendra spécialement pour constater exclusivement le parcours kilométrique qui aura été effectué dans l'exploitation de ce réseau. Ces feuilles et registres seront établis d'après un modèle à arrêter d'un commun accord entre les parties.

A défaut par la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie du paiement d'une échéance ci-dessus stipulées et d'exécution de toutes autres clauses et conditions du présent contrat et huitaine après mise en demeure par simple lettre recommandée laissée sans effet, le présent traité sera purement et simplement résilié, si bon semble à la Compagnie Française Thomson Houston, sans que celle-ci ait à remplir aucune formalité judiciaire.

Ladite Compagnie Française Thomson Houston retirerait immédiatement en ce cas, sans que de convention expresse aucune formalité soit nécessaire, tout le matériel et tous les objets par elle mis en service.

Ladite Compagnie Française Thomson Houston conservera, bien entendu, les sommes à elle payées jusqu'à ce moment, et ce, sans préjudice de toutes autres sommes qui lui seraient dues et de tous dommages-intérêts auxquels elle pourrait avoir droit.

La Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie s'oblige expressément à commencer son exploitation à la traction électrique dès que les travaux d'installation seront terminés et que les objets nécessaires à cette exploitation auront été mis en service.

C'est du jour où débutera cette exploitation que commencera à courir la durée de vingt-cinq années indiquée ci-dessus.

A l'expiration de la durée que doit avoir le présent traité, soit après vingt-cinq années, les lignes électriques, poteaux, et connexions des rails et les voitures automobiles, deviendront la propriété des Chemins de fer sur routes d'Algérie. La Compagnie Française Thomson Houston aura le droit d'enlever le matériel mécanique et électrique par elle installé dans l'usine génératrice, sauf faculté pour la Société des Chemins de fer sur

routes d'Algérie d'acheter la partie de ce matériel correspondant au service de son réseau à sa valeur vénale, à l'époque dont il s'agit, laquelle sera établie à dire d'experts faute d'entente entre les parties pour sa détermination.

Le présent traité ne deviendra définitif qu'après que la transformation en traction électrique pour le réseau dont il s'agit et désigné ci-dessus aura été autorisée par l'autorité administrative compétente.

La Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie garantit la Compagnie Française Thomson Houston contre tous dommages qui seraient la conséquence naturelle du retrait des autorisations qui auraient été données.

Il est bien entendu que la Compagnie Française Thomson conserverait les sommes à elle payées jusqu'à ce moment, en exécution de l'article 15 ci-dessus et ce sans préjudice de ce qui pourrait lui être dû à cette époque par la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie.

De convention expresse, la Société des Chemins de fer sur routes d'Algérie sera tenue de défendre vis-à-vis des tiers, les intérêts de la Compagnie Française Thomson Houston, comme s'ils étaient les siens propres.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société générale des Téléphones (*en liquidation*). — Le 5 octobre, le Comité de liquidation a réuni les actionnaires en assemblée pour entendre lecture du rapport sur les opérations de la liquidation.

Recettes.

Mobilier et agencement	11 609,50 fr.
Espèces	216 700,89
Effets à recevoir	222 300,28
Matières premières	2 378 867,35
Créances réalisables	3 041 486,85
Cautionnements	75 318,20
Compte de premier établissement	6 334 340,00
Débiteurs d'attente	61 910,45
Recettes à effectuer	107 745,44
Impôt sur le revenu	21 409,15
Capital non versé sur actions	3 125,00
Gouvernement mexicain	66 441,55
Loyer d'avance	23 100,00
Coupons du 1er janvier 1895, à 50000 actions Téléphone	432 000,00
Coupons du 1er janvier 1896, à 50000 actions Téléphone	113 821,61
Total des recettes	13 110 176,27 fr.

Dépenses.

Dettes exigibles	802 867,26 fr.
Créanciers d'attente	206 132,35
Effets à payer	4 500 000,00
Coupons nos 7, 8, 9, 10 et 11	779 918,44
Règlements divers	77 253,89
Expédition Nouvelle-Calédonie	370 127,59
Réparations du François-Arago	135 966,67
Prélèvement de la Société industrielle sur produits de l'exercice 1893	233 564,21
Licenciement du personnel	148 424,55
Procès contre la ville de Paris	332 607,99
Procès et litiges divers	458 483,70
Intérêts	290 320,22
Commission de banque	37 750,59
Loyers et impositions	64 469,40
Frais judiciaires	63 272,77
Enregistrement	79 711,75
Frais d'inventaire	11 381,50
Frais divers	38 952,94
Allocation à la commission de liquidation	71 000,00
Appointements	51 339,85
1re répartition	428 435,89
3e répartition	103 840,48
Total des dépenses	9 285 321,74 fr.
Excédent des recettes	3 824 854,53
Total égal	13 110 176,27 fr.

Tous les procès dans lesquels la Société était engagée sont réglés sauf celui contre la Ville de Paris qui représente pour la Société un gain aléatoire de 1 100 000 fr. Notons que la Société a fait appel du jugement de première instance qui la condamnait et, qu'au cas où la Cour la débouterait de sa demande, il n'en résulterait aucun préjudice pour les actionnaires, comme le montre le bilan ci-dessus arrêté au 5 octobre.

La situation de la liquidation, résumée à la même date, peut être présentée comme suit :

Actif.

Espèces	3 824 854,43 fr.
Mobilier	5 580,50
Débiteurs	101 726,09
Capital non versé sur actions	125,00
Total	3 937 486,02 fr.

Passif.

Créditeurs	36 118,40 fr.
Coupons à payer sur actions	4 470,80
Reste à payer sur :	
2e répartition	3 544,11
3e répartition	9 981,13
Jetons de présence	6 897,56
Total	61 012,02 fr.

laissant un excédent d'actif de 3 876 474 fr.

Une répartition de 70 fr par titre est en paiement au Crédit Industriel, et les titres d'actions seront simultanément échangés contre des Bons de Liquidation.

INFORMATIONS

Tramways de Francfort. — La Municipalité et la Compagnie sont tombées d'accord pour reculer au delà du 30 juin, date préalablement assignée, l'époque à laquelle la Ville devait faire connaître sa décision de racheter ou non le réseau.

Cette modification au traité primitif a pour objet de permettre un essai d'une durée d'une année, de traction avec les accumulateurs Pollak.

La Société paierait à la Société Pollak 27,5 centimes le kilomètre voiture pour le service des accumulateurs, la production de l'énergie électrique destinée à la charge des batteries et les appointements du conducteur.

Tramways de Tiflis. — La Municipalité a manifesté son intention de racheter le réseau en même temps que la Société négociait la prorogation de sa concession et sollicitait l'autorisation d'employer la traction électrique.

Les bénéfices de la Société actuelle pour l'exercice 1895-1896 ont été de 194 491,23 fr qui ont reçu la destination suivante :

Impôt russe de 5 pour 100	9 097,97 fr.
Réserve légale	8 642,22
1er dividende de 5 pour 100	101 011,05
Amortissements d'actions	8 000,00
1er dividende des 1349 actions amorties	3 372,50
Tantième aux administrateurs	2 574,72
— commissaires	429,12
2e dividende de 0,75 fr aux 74 968 actions	55 214,25
Dividende de 0,75 fr aux actions de jouissance	1 011,75
Participation de la direction	4 819,79
Solde à reporter	318,76

Il est à souhaiter que cette entreprise déjà prospère puisse mettre à exécution son projet de traction électrique, car cette innovation améliorerait évidemment encore sa situation.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

34 111. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



5e Année. — N° 117. 10 Novembre 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Tramways à accumulateurs dans Paris. — La *Compagnie des Tramways de Paris et du département de la Seine* vient de faire une intéressante application des accumulateurs à charge rapide sur les quatre lignes suivantes :

	Distance en km.
Madeleine-Courbevoie.	6,74
Madeleine-Bineau-Courbevoie.	6,59
Madeleine-Levallois	4,72
Neuilly-Avenue du Roule.	5,72

Il y a actuellement 55 voitures en remise, pesant 14 tonnes chacune, avec leurs voyageurs. Dans le système adopté, les accumulateurs ne sont jamais sortis de la voiture. Ils font un voyage aller et retour, qui représente 12 à 15 km et sont chargés en 15 minutes aux terminus, par des feeders alimentés par une station centrale placée quai National, à Puteaux. Les voitures à impériale couverte sont à 52 places. Sous les banquettes sont placées les batteries composées de 200 éléments système Tudor, à cinq plaques de 21 cm de hauteur et 20 cm de largeur. Les plaques positives ont 13 mm d'épaisseur, la plaque négative centrale 7 mm et les plaques négatives extrêmes 5 mm. Ces plaques pèsent 15 kg et la batterie entière, avec ses accessoires, 3600 kg. La vitesse est limitée à 12 km : h dans Paris et 16 km : h hors Paris. La capacité garantie est de 32,5 A-h pour un voyage complet. La charge se fait à 120 ampères, soit au régime de 8 A : kg de plaques, ce qui n'a rien d'excessif, étant donné que les accumulateurs ne se vident que très partiellement, puisqu'ils fournissent seulement 2 A-h par kg de plaques.

L'usine qui alimente les batteries a été construite par la *Société industrielle des Moteurs électriques et à vapeur*. Sa puissance est de 600 chevaux. Elle produit l'énergie électrique au potentiel de 600 volts et la fournit à 540 volts aux extrémités des feeders, ceux-ci absorbant les 60 volts qui représentent la différence entre ces deux chiffres. Nous empruntons ces renseignements au livre que vient de faire paraître M. Henri Maréchal sur *Les tramways électriques*, et dont nous publierons prochainement l'analyse.

Le prix du carbure de calcium. — Le carbure de calcium se vend actuellement, au détail, à des prix fantastiques, de 1200 à 1500 fr la tonne. Malgré certains accidents bruyants qui ont momentanément refroidi le zèle de bon nombre d'acétylénistes, la demande de carbure dépasse l'offre, d'où l'élévation

des prix. En attendant que l'on obtienne des renseignements un peu exacts de la part des fabricants, on peut admettre que le prix de revient réel oscille, suivant les conditions spéciales de l'installation, frais généraux, main-d'œuvre, importance de la fabrication, prix de la force motrice, etc., entre 200 et 300 fr la tonne. Le cheval-an de 6000 heures (300 jours, 20 heures par jour) peut produire avec les procédés actuels, une tonne de carbure. Ce seul chiffre montre qu'il ne faut pas songer à une fabrication pouvant joindre les deux bouts si l'on ne dispose pas d'au moins 300 à 400 chevaux dans des conditions économiques de production. Les futurs fabricants de carbure ne doivent pas escompter dans leurs calculs les prix actuels de vente au détail, car ces prix sont absolument provisoires, momentanés, et le carbure retombera bientôt à sa valeur rationnelle, oscillant autour de 400 fr la tonne, jusqu'au jour où on saura le fabriquer sans énergie électrique.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Voir le programme du cours d'*Électricité industrielle* professé par M. Marcel Deprez, depuis le 4 novembre, les mercredis et samedis, de sept heures trois quarts du soir à neuf heures.

Étude des lois fondamentales de l'électricité et du magnétisme au point de vue spécial de leur application à l'industrie. Lois de la transmission de l'énergie sous toutes ses formes au moyen de l'électricité. Appareils destinés à la mesure des grandeurs électriques. Théorie générale des machines destinées à produire un courant électrique au moyen d'un travail mécanique ou inversement.

Association philotechnique. — La Section d'enseignement technique professionnel créée spécialement pour les électriciens dans les locaux de l'*École de physique et de chimie industrielles de la Ville de Paris* est ouverte depuis le 19 octobre sous la direction de M. Zetter, avec M. Albert Cance comme directeur-adjoint. Voici le programme complet des cours, accompagnés d'expériences et de projections.

Lundi, 8 h à 10 h. — *Dessin industriel*, par M. Cœuret.

Mardi, 8 h à 9 h. — *Téléphonie et télégraphie*, par M. L. Robert.

9 h à 10 h. — *Machines motrices*, par M. Albert Cance, machines à vapeur, moteurs à air chaud, à air comprimé, à air raréfié, moteurs à gaz et à pétrole, moteurs hydrauliques.

Mercredi, 8 h 1/2 à 10 h. — *Chimie générale*, par M. Lebeau.

Jeudi, 8 h 1/2 à 10 h. — *Les machines dynamo-électriques et leurs applications*, par M. Langevin.

Vendredi, 8 h à 9 h. — *Mathématiques*, par M. E. Valuet, arithmétique, géométrie, algèbre, mécanique.

9 h à 10 h. — *Éclairage électrique*, par M. Carchereux.

Samedi, 8 h à 9 h. — *Électricité générale*, par M. Chédeville. Principes généraux de mécanique, magnétisme, électrostatique, énergie électrique.

9 h à 10 h. — *Distribution de l'énergie électrique*, par M. Paul Colardeau.

Les appareils seront obligeamment prêtés par la maison Ducretet, la maison Gaiffe, la maison Radiguet, la Société Cance, la Compagnie française d'appareillage électrique (anciens établissements Grivolas, et Sage et Grillet), et les maisons Chouanard et Noé. Des causeries et des promenades scientifiques seront faites dans le courant de l'année. L'Association philotechnique délivre des certificats d'études après examen. Les cours n'ont pas lieu les jours suivants : jour et lendemain de la Toussaint; veille et jour de Noël; veille, jour, lendemain et surlendemain du nouvel an; dimanche, lundi et mardi gras; jeudi de la mi-carême; jeudi, vendredi et samedi saints; dimanche, lundi et mardi de Pâques.

Une invention mirobolante. — La *Bourse des brevets*, publication nouvelle de l'Association internationale pour l'étude, l'exploitation et la vente des brevets d'invention nous présente une mention nouvelle que nous ne résistons pas au plaisir de présenter à nos lecteurs amis d'une saine gaieté.

« *Exposé.* — L'objet de l'invention consiste en un nouveau dispositif pour produire l'électricité, en un appareil au moyen duquel le fluide électrique est obtenu (*sans emploi de chaleur de travail mécanique ou de transformation de matières chimiques*), par un procédé purement physique, comme l'émanation de l'énergie du mouvement terrestre sous forme de deux courants (+, —) et qui peut être employé pour toutes applications techniques, domestiques ou industrielles quelconques exploitables par l'électricité.

« *Revendications.* — 1° Le procédé d'employer des espaces vides, c'est-à-dire chaque fois un vide dans un vide, et un vide sur un vide, dans le but d'obtenir la conversion de la force (conversion de la pression atmosphérique naturelle ou bien de la pression d'air, de gaz ou de liquide, augmentée artificiellement au moyen d'une enveloppe et de dispositifs de pression convenables), en fluide électrique; 2° un générateur d'électricité, caractérisé par deux éléments en quatre sphères emboîtées les unes dans les autres, fermées hermétiquement au dehors, et dont la paire extérieure est fixe, tandis que la paire intérieure peut être amenée, au moyen d'une vis, d'une position extrême à une autre position extrême, ce qui, après épuisement de l'air des éléments, produit dans chacune d'elles un vide dans le vide et un vide sur le vide, et, par conséquent, une conversion des tensions de pressions extérieures à l'intérieur des cellules vides; 3° dans le générateur suivant la revendication n° 2, pour la dérivation de l'électricité des éléments, la disposition d'un corps creux et d'une enveloppe cylindrique, en combinaison avec les éléments, dans le but d'annuler l'état existant dans la sphère par l'envoi dans cette sphère d'un état momentanément dissemblable, et d'employer par contre, l'état semblable de l'autre élément pour la conservation de l'état existant, de façon à provoquer ainsi une consommation continue de deux états dissemblables des éléments, dans la sphère creuse, afin d'obtenir un courant pouvant être dérivé au dehors. »

Tout commentaire amoindrirait les feux de ce pur joyau. Espérons que la *Bourse des brevets* offre des inventions plus sérieuses à ses clients.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Chabeuil (Drôme). — *Inauguration de l'éclairage.* — La ville de Chabeuil, que nous avons signalée à nos lecteurs (n° 113, **1896**, p. 386), vient d'inaugurer son nouvel éclairage. Cette cérémonie a été la cause d'une fête des plus brillantes.

La place de l'Hôtel-de-Ville était illuminée par des arcs de 6000 bougies et la tour de l'Horloge, couronnée et auréolée par un splendide soleil de 700 bougies, était du plus bel effet. La fête a pleinement réussi, dit un de nos correspondants, à la grande joie des habitants.

Charleville (Ardennes). — *Traction électrique.* — On parle d'installer à Charleville trois lignes de tramways électriques livrables dix mois après la concession. La largeur des véhicules serait de 2 mètres et la hauteur maximum, 4 mètres. La concession aurait une durée de cinquante ans et serait rétrocédée à l'État à la fin de ce délai. L'usine d'électricité serait établie sur le territoire de Charleville.

Fontainebleau (Seine-et-Marne). — *Traction électrique.* — Le 30 septembre, à Fontainebleau, a été inaugurée la ligne de tramway électrique destinée à relier la ville à la gare. Le service, qui a commencé le 1er octobre, se fait au moyen de fils aériens.

La Haye du Puits (Manche). — *Éclairage.* — Il y a quelque temps déjà (n° 85, **1895**, p. 279), il avait été question d'éclairer le bourg de la Haye du Puits à l'électricité, la chose est dès aujourd'hui arrêtée en principe. Un ingénieur-électricien se charge de fournir sans frais pour la ville toute l'installation, la puissance motrice sera d'environ 50 chevaux. On a acheté à cet effet un petit moulin et sa chute d'eau pour la somme de 10 000 fr; l'ancien propriétaire reconnaît avoir eu de la chance, car jusqu'ici son moulin vieux système n'avait guère pour toute valeur que sa très haute antiquité.

Le Puy. — *Traction électrique.* — Voici près de deux ans que sont commencés les travaux d'installation d'un tramway à traction électrique allant du Puy au Petit-Versailles. Tout est aujourd'hui terminé et les voitures électriques circuleront bientôt si elles ne circulent déjà. La principale difficulté de l'entreprise a résidé dans la construction d'une forte digue sur la Loire, destinée à amener l'eau dans des turbines. Située à 7 ou 800 m en amont du village de Charensac, l'usine forme deux corps de bâtiment élevés sur des bâtisses cyclopéennes dont les blocs en grès solidement reliés défient les assauts du fleuve. Dans le premier corps est installé la chaufferie, dont la cheminée surgit dans l'intervalle qui sépare les deux corps; dans le second se trouve la salle des machines, occupée par un arbre transversal qui reçoit son mouvement soit des turbines, soit d'une machine à vapeur en cas de manque d'eau. Cet arbre actionne quatre dynamos qui serviront soit à l'éclairage, soit à actionner les tramways et cela de la façon la plus économique.

Limoges. — *Éclairage.* — L'installation de l'éclairage électrique dans les gares des Bénédictins, de Montjovis et du Puy-Imbert est poussée d'une façon très active.

Les bâtiments de l'usine que la Compagnie d'Orléans a fait construire entre les Bénédictins et Puy-Imbert, tout près du tunnel, sont achevés; on est, à l'heure actuelle, occupé à installer les machines, dynamos, etc.

On annonce, d'autre part, que les travaux nécessaires à l'éclairage électrique de la ville vont commencer incessamment.

Lusignan (Vienne). — *Éclairage.* — Les travaux nécessités par l'établissement de l'éclairage électrique dans la ville de Lusignan sont poussés avec la plus grande activité. On espère pouvoir commencer d'ici peu les essais d'éclairage.

Malicorne (Sarthe). — *Éclairage.* — La petite ville de Malicorne a commencé à être éclairée le mois dernier à la lumière électrique. Cette installation est due en grande partie au marquis de Vesins, qui, disposant d'une puissance hydraulique de près de 40 chevaux, l'a utilisée pour l'éclairage de la ville à raison de 25 fr par lampe, conditions acceptées par la municipalité.

Marseille. — *Traction électrique.* — Alors que les grandes voies de Marseille étaient sillonnées de tramways mécaniques reliant l'artère principale aux populeux faubourgs de la ville, la Cannebière restait desservie par des tramways à chevaux.

La crainte de troubler une perspective qui n'est bornée que par l'horizon d'une mer infinie, avait fait rejeter les projets d'établissements sur la Cannebière de tramways électriques analogues à ceux qui permettent à la population de faire à bon compte de longs et rapides déplacements, grâce aux fils aériens

Il en résultait que la puissance de trafic était la plus réduite à l'endroit où il était le plus nécessaire de la développer. Pour faire cesser cette situation anormale, tout en ménageant la perspective, la ville de Marseille a mis en essai sur la Cannebière des tramways électriques à fils aériens disposés d'une façon particulière.

La Compagnie française des Tramways a proposé un système que l'expérience partielle paraît avoir déjà sanctionné.

Dans l'installation des fils aériens, on redoute surtout, au point de vue de la perspective, les croisements de voie qui nécessitent des croisements de fils et qui peuvent former un espèce de réseau métallique, un grillage à larges mailles, déplaisant surtout à ceux pour lesquels un mode rapide et économique de transport n'est pas utile ou indispensable.

Pour éviter cet inconvénient la Compagnie, n'installe sur la Cannebière que deux fils aériens, un sur chaque trottoir longitudinalement et en bordure sur la chaussée.

On ne voit donc aucun fil au milieu de la rue; comme fils transversaux, on ne place que ceux qui sont strictement nécessaires à l'intersection des grandes voies, c'est-à-dire qu'il n'y en a pas plus de trois ou quatre.

En conséquence, les rails, au lieu d'être placés au milieu de la chaussée, sont fixés à proximité des trottoirs; l'une des voies à droite et l'autre à gauche, de façon que la voiture puisse prendre contact avec les fils conducteurs au moyen d'un trolley.

Un espace suffisant pour le passage d'une voiture est laissé entre le rail extérieur et le trottoir, la chaussée se trouve ainsi divisée théoriquement en six parties, deux à l'usage des tramways, deux en bordure des trottoirs et deux entre les deux rails intérieurs.

Le réseau ainsi constitué sur la Cannebière pourrait se raccorder aux lignes actuellement établies, telles que celles du cours Belsunce à Saint-Louis.

A cet effet, le trolley des voitures automotrices serait disposé de façon à prendre le courant latéralement aux fils placés sur les trottoirs, et, verticalement aux fils des voies anciennes.

Le système des fils latéraux est en essai actuellement et l'enquête nous apprendra bientôt s'il a soulevé de nombreuses et graves objections.

L'opinion, d'après les essais préliminaires, paraît favorable à cette innovation, qui donnerait de grands avantages à la population marseillaise au point de vue de la facilité et de l'économie des transports.

Cette solution paraît bien supérieure à celle qui a été proposée de la voiture mixte circulant avec accumulateurs sur la Cannebière et avec trolley sur les réseaux secondaires. Que ferait-on des accumulateurs à la bifurcation? Faudrait-il transborder les voyageurs? On n'éviterait pas, à coup sûr, de grands inconvénients.

Poitiers. — *Traction électrique.* — Les tramways électriques qu'il est question d'établir à Poitiers, et dont nous avons déjà parlé (n° 106, **1896**, p. 219), devant emprunter des routes départementales, le Conseil général est appelé à donner son avis. M. Trouvé, rapporteur, dit que les tramways rendraient de grands services à la ville, et en particulier aux habitants des faubourgs. La Commission proposerait donc, dès maintenant, d'émettre un avis favorable; mais l'enquête n'étant pas ouverte, elle conclut à ce que délégation soit donnée à la Commission départementale.

MM. Joly, Beldant et Baërt, concessionnaires des tramways de la Vienne, ont déclaré que le réseau des tramways électriques leur porterait un grave préjudice et ont réclamé la suppression d'une partie du réseau projeté. La Commission n'a pas cru devoir s'arrêter à ces considérations. Après une courte discussion entre MM. Guillou, Brouillet et Trouvé, les conclusions du rapport sont adoptées.

Pont-Saint-Vincent (Meurthe-et-Moselle). — *Éclairage.* — Les Conseils municipaux de Pont-Saint-Vincent et de Neuves-

Maisons se sont réunis en séances extraordinaires pour examiner une proposition faite au sujet de l'éclairage à l'électricité de ces deux communes.

On utiliserait la chute d'eau de Messein pour y installer des turbines qui actionneraient les dynamos.

Port-Sainte-Marie (**Lot-et-Garonne**). — *Éclairage.* — Il paraîtrait que des pourparlers très sérieux sont engagés avec M. Franc Sicard, directeur de la station centrale d'éclairage électrique de Lassérens, près Lavardac, pour établir dans la ville de Port-Sainte-Marie la lumière électrique.

Ce concessionnaire est tout disposé à faire cette installation, s'il trouve à placer un nombre suffisant de lampes chez les particuliers.

Rethel (**Ardennes**). — *Éclairage.* — Nous apprenons que le 1er octobre dernier a eu lieu la reprise, par la Compagnie du gaz, de l'éclairage électrique, conformément au nouveau traité intervenu entre elle et la ville de Rethel.

Il ne sera rien changé aux conditions actuelles du prix de cet éclairage.

ÉTRANGER

Aubonne (**Suisse**). — *Distribution d'énergie électrique.* — Depuis le mois de février la ville d'Aubonne est dotée de la lumière électrique. L'eau nécessaire à cet éclairage ainsi qu'au tramway Aubonne-Allaman, est fournie par un barrage construit à environ 3 km de la ville, à 200 m en amont de la passerelle sur l'Aubonne. Ce barrage, qui a été construit avec de vastes blocs de granit tirés du ravin de la Sandoleyre, arrête la rivière dans toute sa largeur. De ce point situé à l'altitude de 55 m, part la canalisation en ciment; elle longe le sentier du camp de Bière et arrive à l'extrémité de la colline de Rochette, où elle se déverse dans une chambre à eau d'où descendent d'un côté, la conduite sous pression en tôle d'acier, d'un diamètre de 60 cm, et de l'autre une conduite doublée en ciment servant de déversoir au trop plein. L'usine est pourvue d'une salle de machines de 17 m de long sur 10 de large. C'est là que travailleront trois turbines d'une puissance de 100 chevaux qui seront employées la première avec sa dynamo pour le tramway, la deuxième pour l'éclairage électrique qui est du reste en activité; un emplacement a été réservé pour une quatrième turbine. C'est de cette usine que partent les fils servant à l'éclairage d'Aubonne; sous une tension de 3000 volts, ils s'élèvent jusqu'au transformateur établi au château qui abaisse leur tension à deux fois 120 volts. De l'autre partie de l'usine partent les fils qui doivent donner la lumière électrique à Bière. Les résultats ont été satisfaisants tant pour l'éclairage public que pour l'éclairage privé. On pense que le tramway pourra être bientôt inauguré si le temps reste favorable.

Bruxelles. — *Éclairage.* — Ainsi que nos lecteurs ont pu s'en convaincre, les applications générales de l'électricité ont fait cette année à Bruxelles de rapides progrès (nos 104 et 109, **1896**, p. 164 et 292).

L'installation électrique municipale de la ville comportait au 1er janvier dernier trois usines centrales alimentant par le système à trois fils et canalisation souterraine, 110 volts à chaque pont, courant continu, 20 000 lampes de 16 bougies représentant une moyenne de 83 lampes par mètre courant de rue canalisée.

Dans ce nombre sont compris, pour leur valeur en lampes de 16 bougies, 3 moteurs électriques (2 de 10 chevaux et 1 de un demi-cheval).

Le maximum de débit pendant l'année 1895, constaté le 18 décembre, a été de 4030 ampères, correspondant à environ 8060 lampes de 16 bougies fonctionnant simultanément, soit 40,3 pour 100 du nombre des lampes installées.

La vente totale aux abonnés a été de 315 560 kilowatts-heure, lesquels ont rapporté 208 000 fr, ce qui fait ressortir le prix moyen de vente à 0,66 fr le kw-h.

Le bénéfice réalisé s'est élevé à 120 593 fr, couvrant à concurrence de 3,77 pour 100 le capital de premier établissement engagé.

Le développement des 22 feeders suffisant pour alimenter 28 273 lampes de 16 bougies était de 17 150 m, tandis que le réseau de distribution avait un développement de 27 320 m. Le prix du kilowatt-heure est fixé à 0,70 fr. Toutefois un prix de faveur de 0,50 fr est consenti pour l'éclairage des vitrines et pour les éclairages extérieurs et illuminations.

D'un autre côté, la force motrice, le chauffage et les applications industrielles bénéficient du tarif réduit de 0,40 fr le kilowatt-heure.

Ces tarifs avantageux poussent naturellement à la consommation. Aussi, bien que le marché des appareils d'éclairage soit inondé d'une multitude de becs à incandescence par le gaz et que le pétrole à 0,15 fr le litre constitue un concurrent très sérieux, le nombre de lampes électriques de 16 bougies, de 20 000 au 1er janvier de la présente année, comme nous l'avons dit plus haut, était-il passé à 25 520 au 1er août.

L'augmentation a donc été de 25 pour 100 en huit mois.

Pour faire face à cette situation très brillante (c'est le cas ou jamais d'employer ce qualificatif) la batterie d'accumulateurs a été doublée, et une nouvelle unité a été installée à l'usine principale de la rue Sainte-Catherine, qui compte actuellement 3 machines à vapeur compound de 500 chevaux du système Sulzer, entraînant chacune par courroies deux dynamos Dulait tétrapolaires et à induit en tambour de 1100 ampères sous 110 volts à 300 tours. Deux batteries d'accumulateurs de 140 éléments chacune assurent l'importante réserve de 7000 ampères-heure.

D'autre part on a également dû ajouter deux moteurs à gaz de 120 chevaux chacun à 150 tours à la station secondaire B de la rue de Louvain.

Celle-ci comprend actuellement 4 moteurs de cette puissance entraînant directement 8 dynamos de 310 ampères sous 125 volts, et une batterie d'accumulateurs de 2000 ampères-heure sous 250 volts.

Quant à la station secondaire C de la rue de la Vanne, elle ne possède que deux moteurs à gaz de 60 chevaux à 150 tours accouplés directement chacun à deux dynamos de 150 ampères sous 150 volts.

Il est assez intéressant de savoir comment se répartissent les abonnés selon leur profession; voici cette répartition pour les 285 abonnés existant au 1er janvier dernier :

Banquiers et changeurs	17
Bijoutiers et orfèvres	15
Cafetiers, restaurateurs et hôteliers	34
Maisons de confection	18
Médecins, avocats, ingénieurs	18
Négociants divers	106
Rentiers et divers	51
Théâtres	5
Sociétés	6
Bâtiments communaux	3
Bâtiments de l'État	12
	285

L'éclairage public est peu développé. Il ne comprend que l'éclairage de la Grand'Place par deux lampes de 20 ampères et l'éclairage du parc, pendant l'été par 52 lampes de 12 ampères et 2 de 8.

Elisanetgrad (**Russie**). — *Traction électrique.* — La ville d'Elisanetgrad va être incessamment pourvue d'une installation de tramways électriques; le matériel roulant, qui doit se composer de douze voitures automobiles, munies chacune de deux moteurs de 25 chevaux, a été commandé à la Société d'Exploitation des Procédés électriques Walker.

L'ALTERNATEUR HUTIN ET LEBLANC

DES CHAMPS-ÉLYSÉES

La *Compagnie d'éclairage électrique du secteur des Champs-Élysées*, dont l'*Industrie électrique* a donné une description complète lors de sa fondation[1], a pris depuis ce temps, sous la direction de M. G. Ebel, une extension suffisante pour nécessiter une augmentation de la puissance de l'usine génératrice de Levallois.

Le matériel électrique, qui se composait depuis le début de trois alternateurs Hillairet de 400 kw conduits par des moteurs à vapeur Farcot dont deux fonctionnaient couramment et le troisième servant comme réserve, a été augmenté, dans le courant de cette année, d'un alternateur Hutin et Leblanc à circuits amortisseurs et d'un moteur à vapeur Farcot.

C'est ce nouveau groupe (fig. 6), construit entièrement par la maison J. Farcot de Saint-Ouen, que nous avons signalé dans notre dernier numéro; nous allons en donner aujourd'hui la description.

Moteur. — Bien que la puissance du nouvel alternateur soit beaucoup plus grande que celle des anciens, le type du moteur adopté est le même que celui de deux de ceux en service.

C'est une machine monocylindrique Corliss-Farcot, à quatre tiroirs, à condensation avec mise à échappement libre rapide. Le diamètre du piston est de 82,7 cm, sa course de 140 cm. La consommation horaire de vapeur obtenue par le constructeur est, pour le régime normal, (600 chevaux) de 6600 kg par cheval indiqué et celle

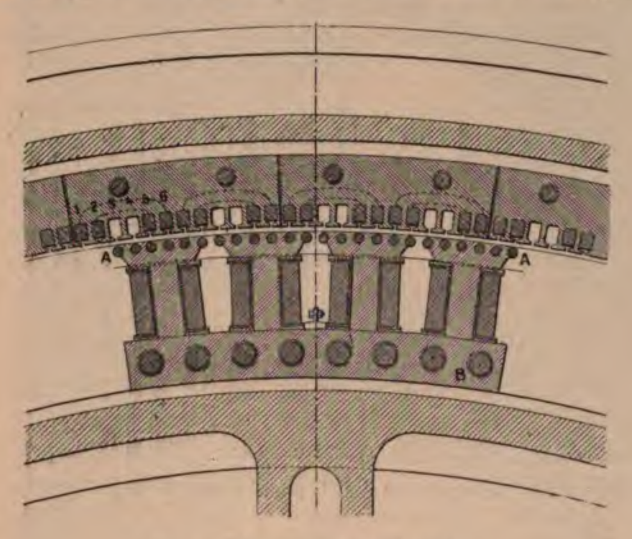


Fig. 1. — Coupe perpendiculaire à l'axe.

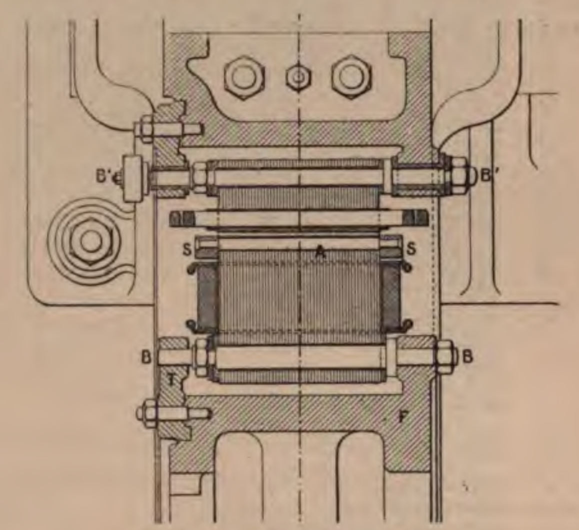


Fig. 2. — Coupe horizontale par l'axe.

garantie pour le régime forcé (introduction 3/10) de 7,75 kg. La vitesse angulaire est de 60 tours par minute.

Alternateur. — Le cos φ du secteur n'étant que d'environ 0,8 au moment de la pleine charge, la puissance apparente de 400 kw par groupe était insuffisante pour assurer une bonne utilisation du moteur, c'est pourquoi cette puissance apparente a été portée à 600 kw (3000 volts 200 ampères), ce qui correspond à une puissance vraie de 480 kw. La fréquence adoptée est de 40 périodes par seconde.

Induit. — Le fer de l'induit en tôles feuilletées, sans pôles saillants, porte le long de l'entrefer 6 encoches par pôle (fig. 1), formées par des dents épanouies à leurs extrémités de façon à rendre le champ uniforme dans l'entrefer.

Le circuit de l'induit est constitué par 80 bobines, enroulées à plat et montées en deux séries en parallèle.

Chacune des bobines se compose de 2 bobines élémentaires de 12 spires chacune en fil de 32 mm² de section et disposées, la première dans les encoches 1 et 6, la seconde dans les encoches 2 et 5. Quant aux encoches 3 et 4, elles servent uniquement comme surface de refroidissement, la bobine qu'on pourrait y placer ne pouvant qu'augmenter le rapport entre la force électromotrice maxima et la force électromotrice efficace sans accroître beaucoup celle-ci.

Chaque bobine élémentaire est disposée dans des gaines en toile micanite qui assurent un excellent isolement entre le circuit et le fer induit. Ce dernier est partagé en 40 paquets, portant chacun deux bobines et isolés les uns des autres par des plaques d'ébonite de 3 mm d'épaisseur. Les boulons B'B' (fig. 2) qui supportent les paquets sont eux-mêmes isolés du fer de l'induit et de la masse par des cylindres d'ébonite. Ce luxe d'isolation est nécessaire pour éviter les conséquences des décharges disruptives dues à la capacité de la ligne par suite de la faiblesse de l'entrefer qui n'est que 8 mm.

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 10 avril 1893, n° 31, p. 149.

Le diamètre extérieur de l'induit est de 6,87 m, sa largeur de 65 cm.

Inducteurs. — L'inducteur est ici la partie mobile; il est formé de 80 pôles en tôles de 2 mm fixés sur le volant à l'aide de deux boulons BB (fig. 2) retenus d'un côté par une couronne F venue de fonte avec le volant, et de l'autre côté par 20 segments mobiles T fixés au volant.

L'enroulement de l'inducteur, et c'est cela qui constitue l'originalité de la machine, se compose en premier lieu d'un enroulement ordinaire formé de fil de 13,4 mm² de section et disposé en 4 séries en parallèle aboutissant à des bagues de prise de courant. En second lieu, les épanouissements polaires, beaucoup plus larges que les noyaux, sont percés de 6 trous destinés à recevoir 6 tiges de cuivre A de 530 mm² de section dont les extrémités de chaque côté sont rivées à un segment de cuivre S portant sur la largeur de 4 pôles. Les barres et segments constituent donc en réalité un induit d'appareil à champ tournant fermé sur lui-même. Le diamètre extérieur du volant est de 5,97 m.

Le courant d'excitation est fourni par une excitatrice J. Farcot de 40 000 watts (220 volts, 180 ampères), actionnée par courroie par le même moteur et pouvant alimenter plusieurs alternateurs à la fois.

C'est une machine à 4 pôles dont les inducteurs sont munis de circuits fermés sur eux-mêmes analogues à ceux de l'alternateur. Ils ont pour but de diminuer les ondulations du courant d'excitation qui résultent de la réaction alternative de l'induit sur le circuit inducteur.

Il nous reste à expliquer le rôle des circuits fermés sur eux-mêmes, dits circuits amortisseurs; ce rôle est double dans le cas particulier du courant alternatif simple.

Le premier effet est facile à faire comprendre en se servant d'un théorème tiré d'une analogie d'optique et dû à M. Leblanc. Ce théorème est le suivant :

Tout flux alternatif fixe peut être regardé comme la résultante de deux flux constants égaux chacun à la moitié de la valeur maxima du flux alternatif, et tournant en sens contraire à raison d'un tour par période du flux fixe.

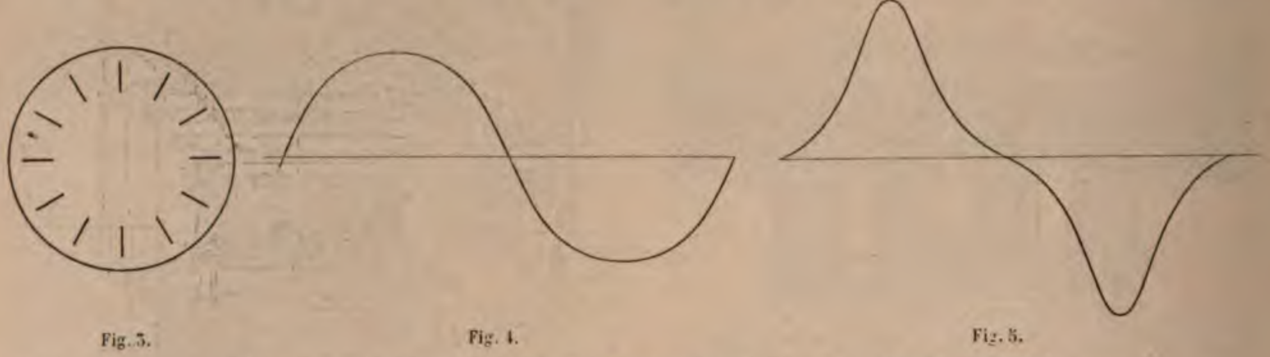


Fig. 3. — Disque à fentes radiales pour l'inscription des courbes périodiques par la méthode oscillographique de M. Blondel.

Fig. 4. — Courbe périodique de la différence de potentiel aux bornes, secondaire à un transformateur dont le primaire est alimenté par un alternateur Hutin et Leblanc.

Fig. 5. — Même courbe pour un alternateur Hillairet.

Si nous appliquons ceci au flux de réaction d'induit de l'alternateur, nous voyons que ce flux peut être regardé dans ces effets comme la superposition d'un flux constant tournant dans le même sens que l'inducteur et avec la même vitesse angulaire, et par suite fixe par rapport à lui, et d'un second flux constant, tournant en sens contraire de l'inducteur avec la même vitesse et partant se déplaçant par rapport à celui-ci avec une vitesse double de celle du synchronisme.

Le premier, restant fixe par rapport aux circuits amortisseurs, devra être équilibré par un flux égal et contraire produit par le champ inducteur. Le second, au contraire, induira dans ces circuits une force électromotrice de période double de celle du courant produit par l'alternateur. Celle-ci donnera naissance à des courants, dont le flux propre sera sensiblement égal et opposé au second flux tournant. Le champ inducteur n'aura donc, en somme, en dehors de ce qui est nécessaire pour obtenir la tension à vide, qu'à équilibrer en charge la moitié de la réaction d'induit.

Le second effet porte sur l'aptitude au synchronisme. La présence des circuits amortisseurs permet à l'alternateur, en cas de décrochage, de fonctionner comme moteur ou comme générateur asynchrone, suivant qu'il diminue ou augmente de vitesse par rapport à celle de l'alternateur avec lequel il était couplé; il en résulte qu'il conserve un faible glissement par rapport à celui-ci et permet ainsi le raccrochage des deux machines.

Essais. — Nous avons eu l'occasion, au cours des essais, de relever, outre les caractéristiques à vide et en court-circuit (fig. 7), la courbe de la différence de potentiel aux bornes d'un transformateur alimenté par l'alternateur Hutin et Leblanc. Cette courbe a été obtenue à l'aide d'un oscillographe[1] de M. Blondel, mis gracieusement à notre disposition par l'inventeur qui nous a également indiqué

(¹) Voy. *l'Industrie électrique* du 25 mars 1895, n° 50, p. 137.

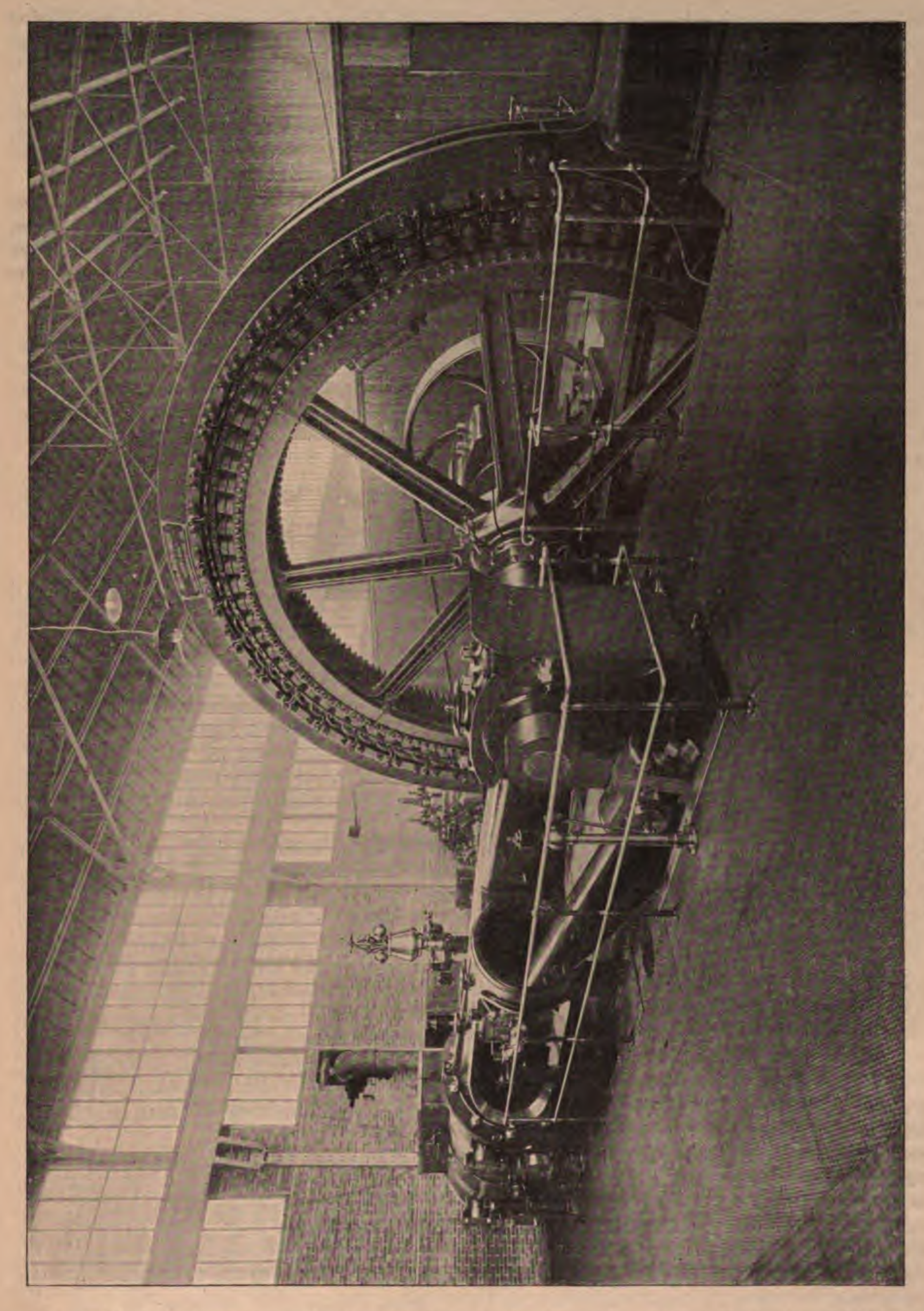


Fig. 6. — Alternateur synchrone Hutin et Leblanc commandé par un moteur Farcot.

un dispositif fort ingénieux pour éviter l'emploi de la photographie.

Ce dispositif consiste tout simplement à placer sur l'arbre de l'alternateur un disque muni d'autant de fentes

radiales (fig. 3) qu'il y a de paires de pôles et qu'on intercale ensuite entre une lampe à incandescence et l'oscillographe.

L'effet de ce disque est facile à comprendre. Si en effet nous le supposons fixe pour un instant, le point lumineux intersecteur du plan de la fente passant par l'axe et du filament aura par rapport au miroir de l'oscillographe une image qui, si celui-ci est traversé par un courant alternatif, se déplacera horizontalement proportionnellement aux valeurs instantanées de ce courant. Faisons maintenant tourner le disque, le point lumineux va se déplacer dans le sens vertical avec une vitesse proportionnelle à la tangente de l'arc décrit, c'est-à-dire à cet arc lui-même si l'angle embrassé par une paire de pôles est assez petit. L'image va donc se déplacer suivant la composante des deux mouvements : celui proportionnel au courant et celui uniforme résultant du déplacement du point lumineux, c'est-à-dire décrira la courbe périodique cherchée. Ceci se produisant pour chaque fente, c'est-à-dire avec la même périodicité que le courant de l'alternateur, la persistance des impressions lumineuses nous permettra de recueillir la courbe lumineusement sur une plaque de verre dépoli quadrillé en millimètres.

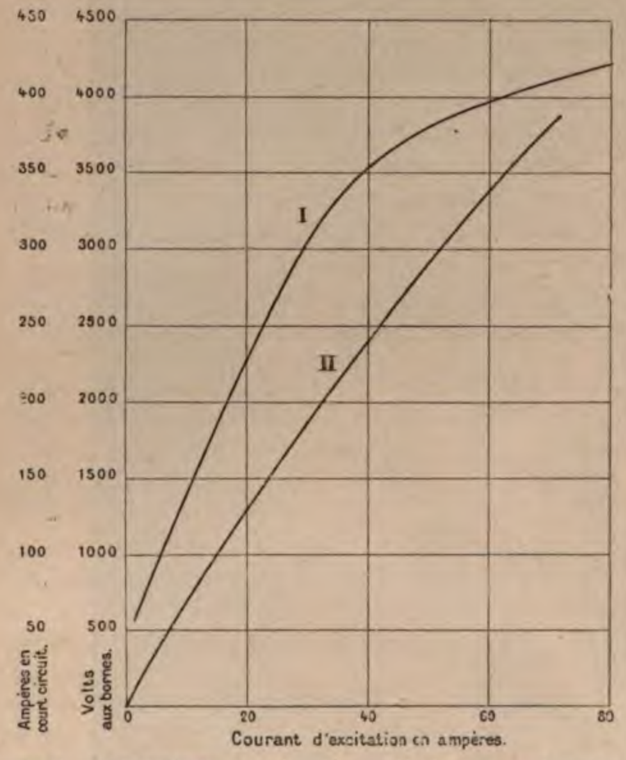


Fig. 7. — I, caractéristique à vide. — II, caractéristique en court-circuit.

Si le nombre des fentes était le même que celui des pôles, on obtiendrait deux courbes décalées d'une demi-période dont les points de croisement donneront les zéros.

La figure 4 représente la courbe périodique de la différence de potentiel aux bornes d'un transformateur servant à l'éclairage de l'usine. Elle est, comme on le voit, très voisine d'une sinusoïde.

Celle de la figure 5 se rapporte à un alternateur Hillairet placé dans les mêmes conditions. Elle a été obtenue avec la même installation, grâce à cette remarque que, si le disque ne se déplace pas synchroniquement avec l'alternateur, la courbe, au lieu d'être fixe, se déplacera avec la vitesse du glissement. La courbe de la figure 5 s'arrondit lorsque la charge augmente.

Rendement. — Le rendement total du groupe, ou rapport de la puissance indiquée à la puissance aux bornes, est de 83,5 pour 100 à pleine charge ($\cos \varphi = 0,8$). Celui de l'alternateur seul peut s'établir ainsi en évaluant les différentes pertes :

	watts.
Induit :	
Effet Joule (résistance réduite 0,43 ohm)	17 000
Hystérésis et Foucault	7 500
Inducteurs :	
Inducteurs propres (résistance réduite 1,9 ohm) .	12 000
Amortisseurs	6 300
Total	42 800

Le rendement est donc de :

$$\frac{480\,000}{480\,000 + 42\,800} = 91,8 \text{ pour } 100.$$

Essais de couplage. — Il est facile de montrer que si deux alternateurs de constantes différentes, mais de résistances intérieures négligeables, sont couplés en parallèle, les charges de chacun d'eux doivent être dans le rapport inverse des coefficients de self-induction lorsque la différence de phase entre les deux forces électromotrices est nulle et que pour arriver à répartir également la puissance sur les deux alternateurs, ce décalage de phase doit avoir une valeur trop grande et trop rapprochée de la limite de décrochage pour que la stabilité soit suffisante.

Ces prévisions théoriques, qu'on peut déduire de la théorie de la synchronisation de M. Blondel, ont été vérifiées avec succès en couplant l'alternateur volant Hutin-Leblanc-Farcot avec un des alternateurs Hillairet. La marche en charge également répartie sur les deux alternateurs, était peu stable et donnait des fluctuations dans le voltage; au contraire, la marche en charge répartie dans une proportion inversement proportionnelle aux inductances a toujours été parfaite.

L'inductance du nouvel alternateur étant de 10 ohms et celle des anciens 22 ohms, la puissance d'un de ces derniers pour la pleine charge de l'autre ne peut guère dépasser 300 kw apparents.

La synchronisation initiale s'obtient sans autre artifice préalable que la coïncidence des phases, les rhéostats de charge sont complètement inutiles. Il suffit d'amener l'alternateur à ajouter à celui en fonction, à une différence de potentiel un peu supérieure à 3000 volts et fermer le commutateur dès que les vitesses sont à peu près égales, l'emploi d'un indicateur de phase n'est nécessaire que pour éviter un trop grand à-coup dans le voltage.

L'alternateur que nous venons de décrire a été mis en service industriel le 1er février dernier. Il a fonctionné ce temps presque sans interruption, le plus souvent seul, dans les journées où le débit est cependant de 150 ampères primaires. Au moment de la pleine charge, un des anciens alternateurs lui est adjoint dès que ce débit dépasse 200 ampères.

La meilleure preuve du succès remporté par les inventeurs et le constructeur, c'est que ce dernier commence en ce moment, à l'usine du secteur des Champs-Élysées, le montage d'un alternateur de même puissance et du même type.

La Compagnie d'Éclairage électrique du secteur des Champs-Élysées ne néglige du reste rien pour assurer le bon fonctionnement de son réseau. Elle transforme en ce moment son tableau de distribution qui sera établi pour desservir 7 feeders avec 7 machines pouvant fonctionner en parallèle ou isolément sur l'un quelconque des feeders.

F. Guilbert.

LE MATÉRIEL A COURANTS ALTERNATIFS

DE LA MAISON GANZ ET Cie

L'emploi des courants alternatifs simples et polyphasés s'est propagé tout à coup durant ces dernières années, tant pour l'éclairage que pour les transmissions d'énergie; MM. Ganz et Cie ont présenté à l'Exposition Millénaire de Budapest, en une série d'appareils très remarquables, un résumé de l'histoire du développement progressif et de l'état actuel de cette branche si intéressante de l'Industrie Électrique; le lieu choisi pour cette exposition était tout indiqué, pour ce coup d'œil rétrospectif, puisque c'est en cet endroit même qu'en 1885 les courants alternatifs ont commencé à prendre une véritable importance.

Malgré de longs essais, les notions précises sur le fonctionnement des appareils d'induction comportant l'emploi de masses de fer faisaient complètement défaut; c'est seulement à partir de l'Exposition de 1885 que les précieux avantages des transformateurs à circuit magnétique fermé furent démontrés (auto-régulation); l'éclairage de cette Exposition reposait uniquement sur l'emploi de ces transformateurs, suivant les plans de MM. Blàthy, Zipernowski et Déri; ce système de distribution s'est depuis lors universellement répandu.

Toute Exposition exige un éclairage très brillant et une puissance motrice considérable, ce qui permet d'appliquer, dans leurs meilleures conditions d'emploi, les différents systèmes de distribution. L'éclairage prédomine le soir; au contraire, c'est pendant la journée que la plus grande partie des moteurs sont en marche.

Malgré leurs avantages incontestables, les courants polyphasés ne sont pas adoptés volontiers pour les installations dans lesquelles l'éclairage absorbe beaucoup plus de puissance que les moteurs. Les génératrices polyphasées actuelles, dont la réaction d'induit est généralement modérée, ne présentent il est vrai qu'à un très faible degré les inconvénients pouvant résulter de l'inégalité des charges sur les différentes branches, et d'autant moins que le pourcentage de la puissance distribuée aux moteurs est plus grand sur un réseau donné : l'action égalisatrice des moteurs en fonctionnement est bien connue. Néanmoins, lorsque l'éclairage présente une réelle importance, ce qui est le cas ordinaire, il est préférable de diviser les systèmes de distribution, en attribuant les courants alternatifs simples à l'éclairage et les courants polyphasés uniquement au transport de force : c'était le cas de l'Exposition de Budapest, à ceci près que les courants alternatifs simples actionnaient en même temps quelques moteurs.

L'éclairage de l'Exposition se faisait comme en 1885 : distribution à haute tension avec transformateurs en parallèle. La station centrale d'éclairage comportait deux alternateurs simples de chacun 100 kw, travaillant en parallèle sur les barres de distribution. De plus, deux génératrices triphasées, de chacune 200 chevaux, pouvaient donner sur le réseau d'éclairage la moitié de leur puissance sous forme de courants alternatifs simples. Ces deux couples de génératrices alimentaient seulement le quart de l'éclairage de l'Exposition, les trois autres quarts étant desservis par les grandes stations d'éclairage de la ville de Budapest.

MATÉRIEL A COURANTS ALTERNATIFS SIMPLES

Alternateurs simples. — Ces génératrices fournissent une puissance de 100 kw sous une tension de 3000 volts aux bornes (150 chevaux absorbés, 20 pôles, 42 périodes par seconde); elles sont du type à induit fixe et inducteur mobile; le courant d'excitation, produit par une dynamo à courant continu accouplée directement avec l'alternateur, est amené aux bobines inductrices par deux bagues de prise de courant. Le secteur de la rive gauche, à Paris, a été installé récemment avec des machines analogues par M. Schneider.

Les induits de ces alternateurs présentent une double isolation : les bobines induites sont tout d'abord isolées du fer par de fortes carcasses en carton; de plus, le fer des noyaux induits est fixé à la couronne extérieure par des boulons isolés au moyen de douilles et de rondelles en ébonite; on diminue ainsi les chances de mise à la terre du circuit à haute tension. On voit qu'il ne pourrait se produire un court-circuit entre deux bobines induites qu'après endommagement de quatre épaisseurs d'isolant; comme ces bobines sont nombreuses, l'enroulement peut être fait directement pour des tensions très élevées sans aucun danger pour l'isolement de fil à fil, la différence de potentiel aux bornes d'une bobine étant toujours relativement faible.

Les machines exposées ont toutes une réaction d'induit modérée; on s'est efforcé d'obtenir ce juste milieu qui

convient si bien aux distributions d'énergie électrique dans lesquels la puissance des moteurs est négligeable : le courant débité par la machine mise en court-circuit sur un ampèremètre est égal à 2 fois et demie le courant normal, ce qui constitue une grande sécurité. D'autre part, la constance du voltage peut être maintenue rigoureusement au moyen du rhéostat automatique système Bláthy.

La mise en parallèle d'une génératrice avec une autre déjà en charge se fait au moyen d'un interrupteur à clavier permettant de charger cette machine au même régime que celle travaillant sur le réseau; le couplage est opéré par un interrupteur à mercure, d'après les indications d'un voltmètre indicateur de phases; on retire ensuite successivement du circuit toutes les résistances.

On peut remplacer le rhéostat de charge par une bobine de self-induction variable : une machine travaillant sur le réseau, on envoie son courant dans cette bobine, on ferme ensuite le circuit de la machine à coupler sur cette même bobine et les machines se mettent en concordance de phase presque instantanément.

Moteurs à courants alternatifs simples. — Ils sont de quatre types différents :

Moteurs synchrones;
Moteurs d'induction;
Moteurs d'induction, système de Kándo;
Moteurs série.

Moteurs synchrones. — Les moteurs synchrones exposés sont du type à auto-excitation. La figure 1 donne le schéma

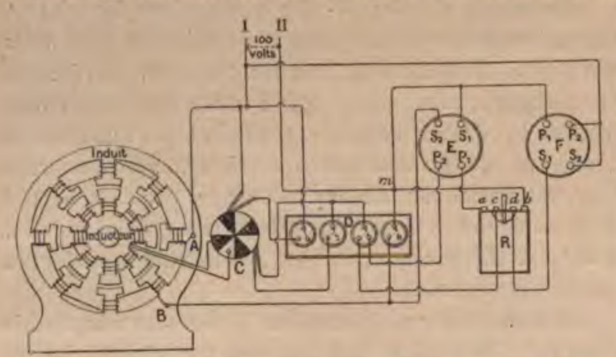


Fig. 1. — Schéma du dispositif de démarrage, système Bláthy, pour moteurs synchrones.

d'enroulement et le dispositif, système Bláthy, employé pour le démarrage de ces moteurs. I et II sont les bornes principales, A et B les bornes de prise de courant de l'induit sur le circuit extérieur; C est le commutateur fixé sur l'arbre de la machine; les segments noirs d'une part, et les segments blancs d'autre part, sont respectivement connectés entre eux.

L'induit et les inducteurs sont montés en parallèle sur le même réseau; au moment du démarrage, ces deux enroulements sont alimentés par du courant alternatif, et l'induit devrait être traversé par un courant beaucoup plus intense que les inducteurs, ces derniers présentant une inductance considérable; pour cette même raison, le décalage du courant inducteur sur la f. é. m. commune serait beaucoup plus grand que celui du courant induit, alors que le meilleur démarrage exige la concordance des phases de ces courants; pour obtenir ce résultat, on augmente le décalage du courant qui traverse l'induit au moyen d'une bobine à self-induction; d'autre part, comme la self-induction de l'inducteur est plus élevée que celle de l'induit, il est rationnel de faire l'enroulement inducteur pour basse tension; ensuite, on connecte à ses bornes, au moment du démarrage, une f. é. m. bien supérieure à celle normale.

Le passage du balai d'un segment à l'autre, lorsque la f. é. m. alternative change de direction, produirait de fortes étincelles qui endommageraient rapidement le collecteur; en employant deux séries de balais convenablement calés, on ferme l'enroulement inducteur en court-circuit sur lui-même au moyen du second balai au moment du renversement, et l'on obtient ainsi un extra-courant de rupture de même sens que le courant envoyé dans la bobine, de telle sorte que les ondulations du courant inducteur sont très atténuées, étant donnée la grande self-induction de ce circuit.

Les connexions réalisant le dispositif de démarrage sont faites, au moyen d'un coupleur-interrupteur à deux directions, suivant les lignes en pointillé (fig. 1), on voit facilement sur la figure que le courant entre dans l'induit par la borne A, le traverse, sort par la borne B, passe par le *compensateur* $S_2 S_1$ et revient au second câble d'alimentation. $S_2 S_1$ sont les bornes secondaires d'un transformateur E appelé *compensateur*, dont l'enroulement secondaire joue le rôle de bobine de self-induction.

Les inducteurs sont enroulés pour basse tension (25 volts par exemple); en marche normale, le transformateur *magnétiseur* F fournit ce voltage réduit. Au moment du démarrage, la tension aux bornes des inducteurs doit être considérable, puisque, la machine ne tournant pas, on a affaire à du courant alternatif simple : les 100 volts de la distribution sont alors augmentés par l'enroulement primaire du transformateur compensateur E dont le secondaire est traversé par le courant de l'induit, comme nous l'avons vu précédemment.

On voit par là que le compensateur sert à la fois comme bobine à self pour l'induit et comme transformateur ordinaire; le courant venant du conducteur I entre dans l'inducteur par le balai supérieur, en sort par le balai inférieur, traverse l'enroulement primaire du compensateur et enfin une résistance invariable entre les points *a* et *b* du rhéostat R pour revenir ensuite au conducteur II en *m*; la résistance *a b* sert à diminuer l'effet de l'inductance du circuit inducteur.

Le moteur démarre et, comme les courants sont de même phase dans les deux enroulements, il atteint très vite le synchronisme; à ce moment, le courant des inducteurs est de sens constant, quoique assez ondulé. On change alors les connexions au moyen du coupleur D; il est facile de voir que le secondaire du compensateur E

est alors en court-circuit et que le courant de l'induit est pris directement sur les câbles de distribution; 2 balais voisins sont réunis entre eux, ce qui diminue les ondulations du courant inducteur. Le primaire du magnétisateur F est toujours alimenté directement par les câbles I et II; le courant de son enroulement secondaire sortant de S_1 traverse une résistance variable entre *c* et *d* (rhéostat R), puis l'inducteur et revient à la borne S_2 après avoir rencontré le câble principal I; les connexions sont telles que l'on emploie aussi peu de fils que possible. Les étincelles disparaissent complètement pour la marche normale, par suite de l'action des doubles balais.

La figure 2 donne la vue extérieure d'un moteur synchrone d'un cheval à courants alternatifs simples.

Moteurs d'induction. — Les moteurs d'induction à courants alternatifs simples présentent la plupart des avantages des moteurs asynchrones polyphasés; comme

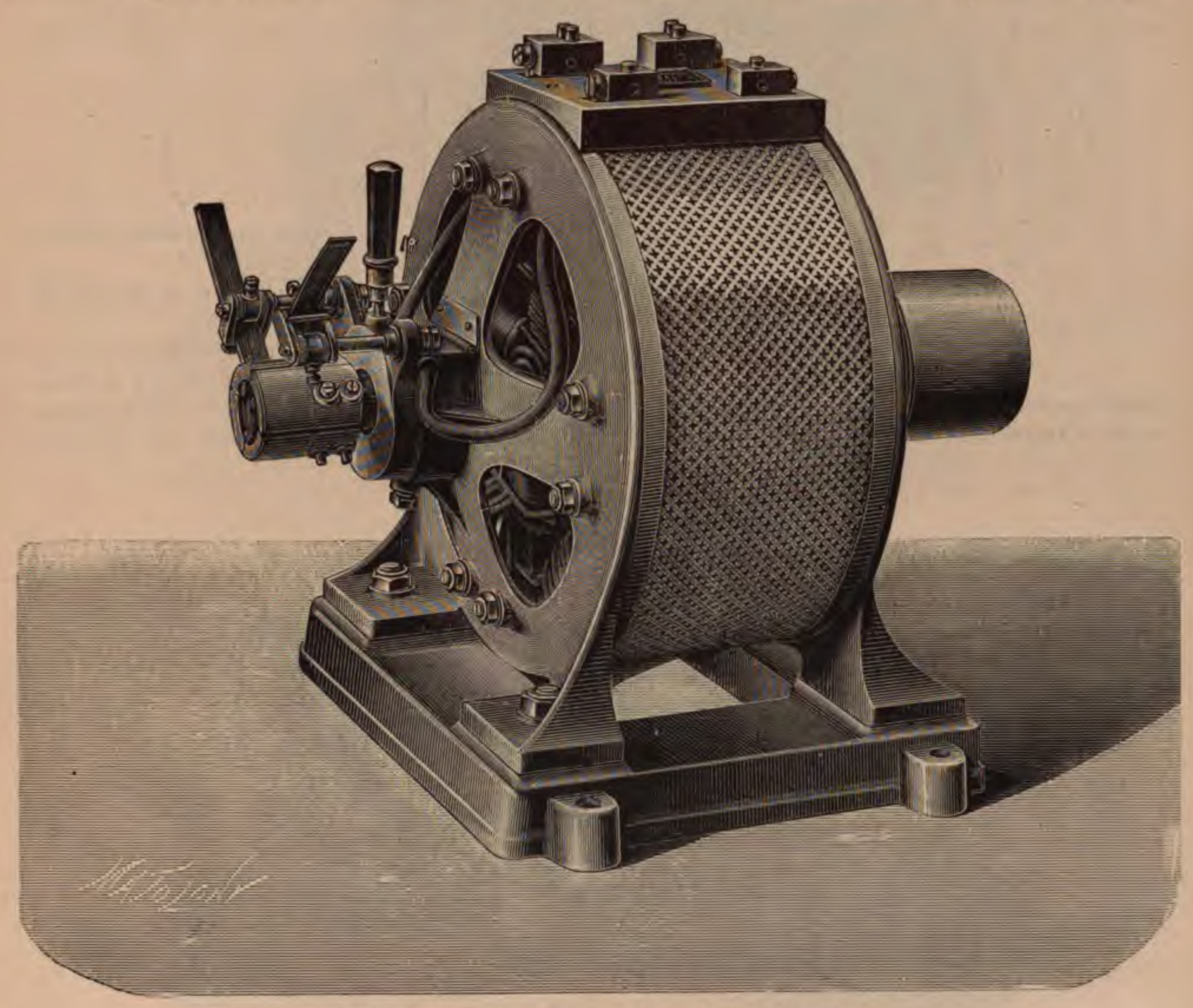


Fig. 2. — Moteur synchrone à courants alternatifs simples de 1 cheval.

ceux-ci, ils ne comportent pas de commutateur et donnent une vitesse pratiquement constante de la charge nulle à la charge normale. Il est vrai que leur rendement est légèrement inférieur à celui des moteurs polyphasés et que leur démarrage exige des artifices spéciaux et assez délicats.

La figure 3 est le schéma d'enroulement d'un moteur d'induction à courants alternatifs simples à 4 pôles; pour obtenir le démarrage, l'enroulement inducteur est divisé en deux parties : I-III et II-III; en envoyant dans ces deux circuits des courants décalés d'environ 90 degrés, on produit un champ tournant et l'induit commence à tourner. Aussitôt que le moteur atteint sa pleine vitesse, un courant alternatif simple allant de I à II suffit à maintenir le moteur en marche.

Le décalage des courants au démarrage s'obtient par l'emploi de bobines à self et de résistances :

Soient *a* et *b* (fig. 4) les bornes de l'enroulement secondaire d'un transformateur, dont *c* est le point milieu, de telle sorte que la tension entre *a* et *c* est égale à celle

entre *c* et *b*; soit *R* une résistance et *L* une bobine à self de valeurs convenables intercalées chacune respectivement dans une des moitiés du circuit inducteur du

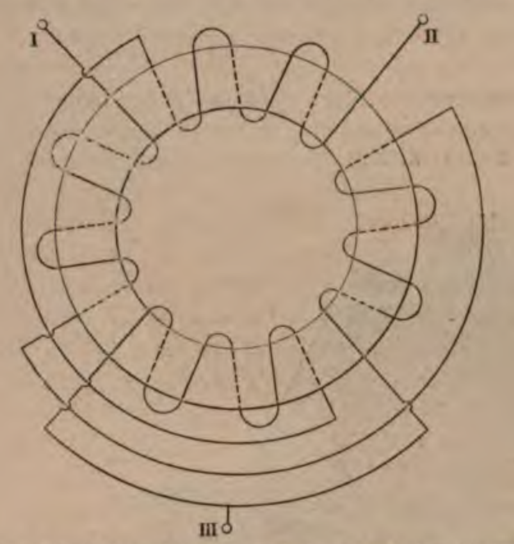


Fig. 3. — Schéma d'enroulement de l'inducteur d'un moteur d'induction à courants alternatifs simples.

moteur; les courants ainsi obtenus sont décalés l'un par rapport à l'autre d'environ 90 degrés et le moteur démarre; mais le couple produit dans ces conditions est assez faible, de telle sorte que l'on ne peut démarrer qu'à vide; une fois le moteur à pleine vitesse, on met la résistance *R* et la bobine *L* en court-circuit; les bobines inductrices du moteur sont toutes alimentées par le même

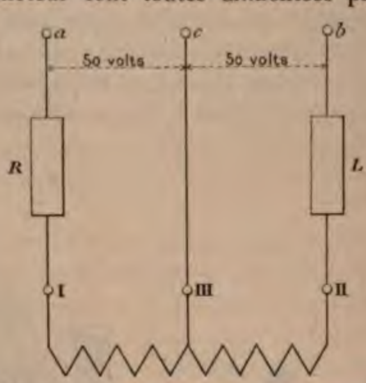


Fig. 4 — Schéma du dispositif de démarrage pour moteurs d'induction à courants alternatifs simples.

courant, le fil *c* III ne sert plus à rien; on peut alors charger le moteur au degré voulu.

Les figures 5 et 6 sont des vues de moteurs de ce type; ceux de petite puissance (fig. 5) portent à la fois une poulie clavetée et une poulie folle avec palier extérieur; la courroie étant glissée sur la poulie folle, on peut démarrer à vide; dès que le moteur atteint sa vitesse normale et que le couplage pour la pleine charge est effectué, on appuie la poulie folle contre la poulie clavetée à l'aide du volant visible sur la figure; les deux poulies présentant une bonne surface de contact sur leurs faces voisines, la poulie folle prend peu à peu par friction la vitesse de l'autre poulie; cet entraînement progressif évite l'arrêt du moteur que produirait une brusque mise en charge; on fait ensuite glisser la courroie sur la poulie clavetée.

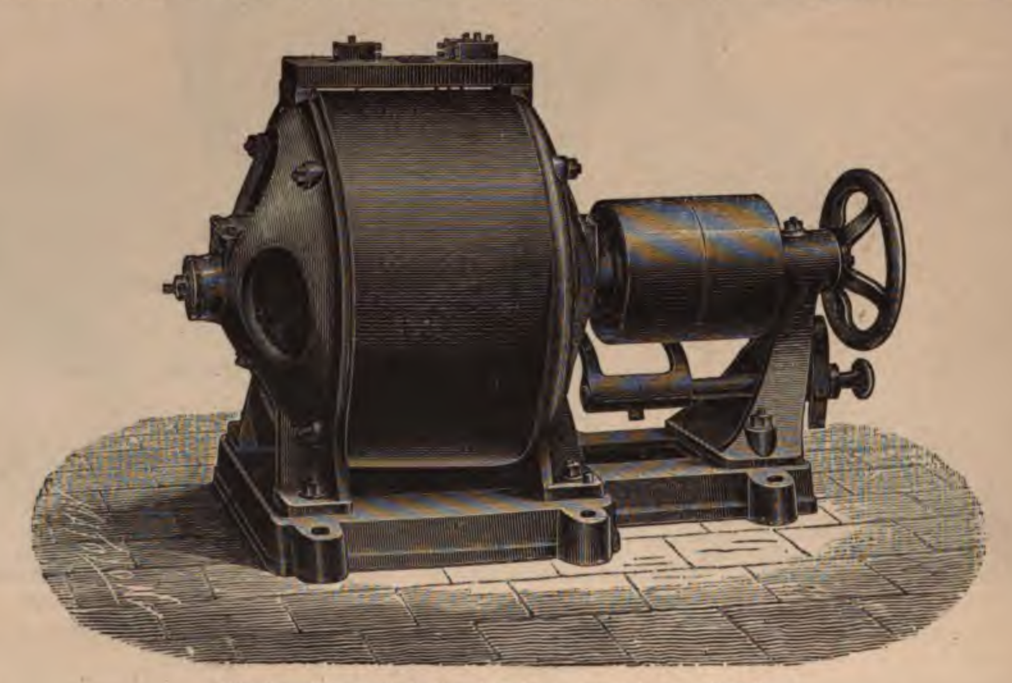


Fig. 5. — Moteur d'induction de 5 chevaux muni de sa poulie folle.

Pour les moteurs d'induction d'une puissance supérieure à 8 chevaux, il n'y a qu'une seule poulie, ces moteurs démarrant avec la courroie sur la poulie folle de la transmission. Dans ce cas, l'induit (fixe ou tournant) possède un enroulement polyphasé et les courants induits passent dans un rhéostat liquide représenté aux figures 7 et 8 et dans lequel la cuve constitue une des électrodes.

On intercale alors pour le démarrage une résistance assez grande, de manière à obtenir le couple maximum. La figure 6 représente un moteur de ce type d'une puissance de 30 chevaux.

Lorsque l'on a plusieurs moteurs d'induction dans une installation, il existe un moyen simple pour obtenir le démarrage d'un moteur quelconque lorsque l'un d'eux est déjà en fonctionnement :

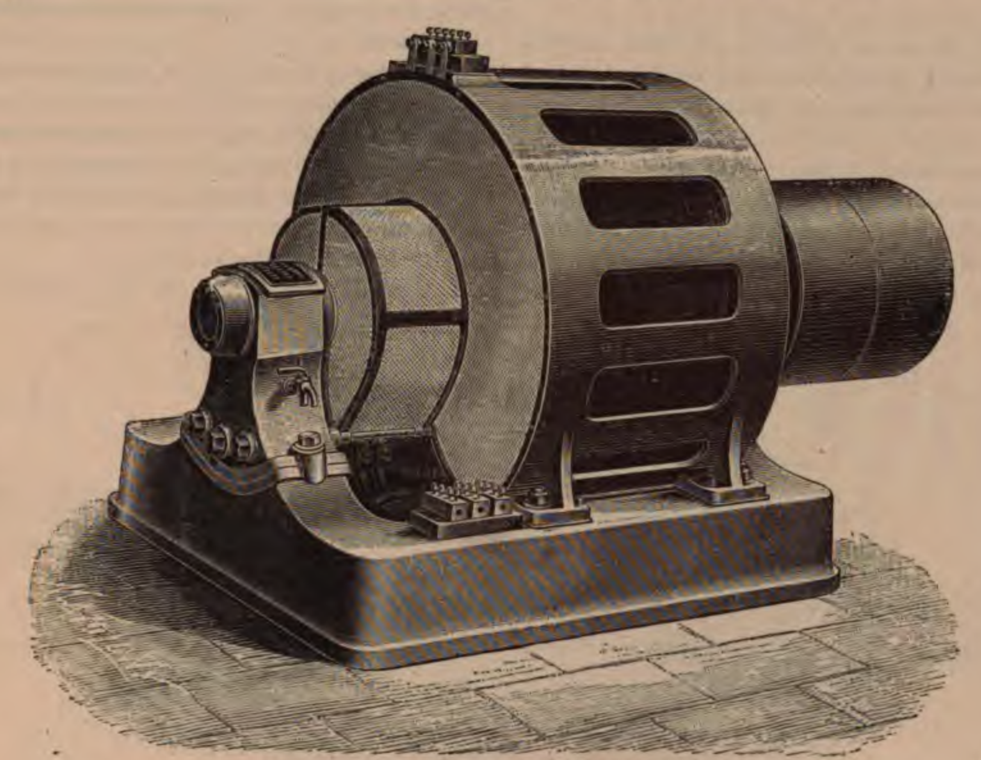


Fig. 6. — Moteur d'induction de 30 chevaux.

Le moteur en marche reçoit le courant par les bornes I et II (fig. 3) ; par suite même de la manière dont l'enroulement a été fait, la tension entre I et III est décalée de 90 degrés sur la tension entre II et III ; en effet, quoi-

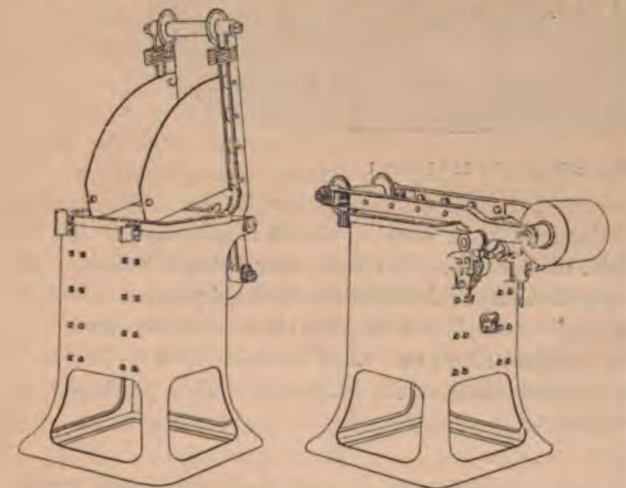


Fig. 7 et 8. — Rhéostat liquide de démarrage pour moteurs à courants triphasés.

que le point III soit le milieu de l'enroulement, un voltmètre indique 70 volts entre I et III ainsi qu'entre II et III lorsque la tension est de 100 volts entre I et II. Si donc l'on connecte tout autre moteur enroulé de la même façon aux trois bornes I, II et III, il démarrera comme moteur

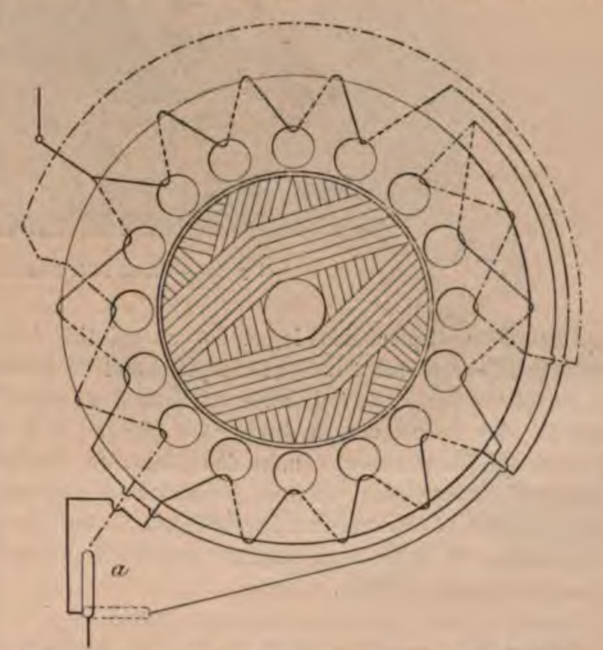


Fig. 9. — Schéma du procédé de démarrage pour moteurs d'induction à courants alternatifs simples, système de Kando.

diphasé et sous charge. Cette méthode rappelle celle proposée par MM. Ferraris et Arno pour un transformateur

de décalage, mais, tandis que le transformateur de Ferraris porte deux enroulements distincts, il n'y a ici qu'un seul enroulement dans lequel la différence de potentiel aux bornes présente deux composantes égales mais décalées.

L'appareil de démarrage ordinaire contenant la résistance et la bobine à self est très peu encombrant et peut être placé dans le voisinage du moteur.

Démarrage système de Kándo. — On sait que la self-induction des inducteurs dentés dépend en grande partie du nombre de dents qu'ils présentent. Si l'on divise un enroulement inducteur en deux parties bobinées de telle manière que les nombres de dents par unité de longueur soient différents pour les deux portions de la carcasse réservées aux deux moitiés du bobinage, ces deux enroulements auront des coefficients de self-induction différents, et les courants qui les traverseront seront décalés lorsqu'on les branchera en quantité sur une même différence de potentiel.

Il serait bien peu pratique d'employer un noyau inducteur denté de cette manière; il est plus simple de retirer au moment du démarrage une partie des spires placées dans certaines rainures; si, par exemple, il n'y a que la moitié des rainures utilisées pour un des enroulements, on pourra considérer cet enroulement comme bobiné entre des dents de double épaisseur.

La figure 9 est le schéma de cette disposition; lorsque

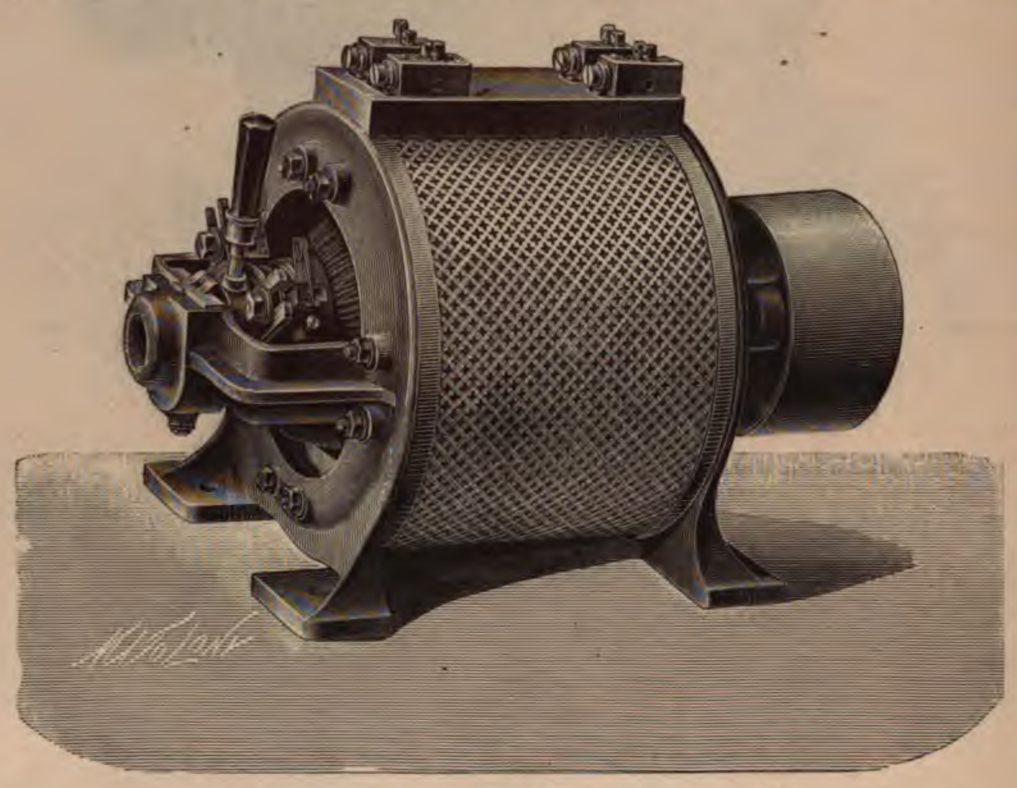


Fig 10 — Moteur série à courants alternatifs simples de 0,5 cheval

l'interrupteur est placé dans la position en pointillé (démarrage), l'enroulement indiqué complètement en pointillé est hors-circuit, de telle sorte que pour deux quarts opposés des inducteurs, à droite et à gauche, il y a 4 dents qui fonctionnent comme deux dents de double épaisseur. Au contraire, dans la position de l'interrupteur indiquée en traits pleins, les enroulements sont tous en circuit; on passe à ce couplage lorsque le moteur atteint sa vitesse normale.

Moteurs série. — Pour certains cas où l'on demande un démarrage sous charge, on peut employer des moteurs dans lesquels l'induit et les inducteurs étant connectés en série sont traversés par le même courant; ce sont des moteurs analogues à ceux à courant continu, mais avec inducteurs en fer lamellé; ils ont le désavantage des balais, mais les étincelles sont néanmoins très faibles par suite de l'emploi du charbon; dans les petits moteurs, on peut renverser le courant sans rhéostat intermédiaire.

La figure 10 est une vue d'ensemble d'un moteur série à courants alternatifs fournissant une puissance de 0,5 cheval.

Transformateurs. — Les transformateurs monophasés employés à l'Exposition sont du type cuirassé bien connu. La cuirasse en fer est constituée par deux paquets de tôles en forme de E serrées ensemble au moyen de griffes en fer. Les deux paquets sont maintenus l'un contre l'autre par des plaques de serrage en tôle d'acier renforcées par des fers à V et des cornières.

Les enroulements primaire et secondaire sont logés dans les intervalles des jambes des 2 noyaux en forme de E; les isolements entre enroulements et de fer à enroulements sont très importants et très soignés, de manière à rendre absolument impossible tout court-circuit.

Les plateaux de serrage sont en acier et de forme circulaire; leur diamètre est tel que l'on peut faire rouler le transformateur sur le sol, ce qui le rend très maniable.

Les prises de courant primaires et secondaires, comprenant les coupe-circuits correspondants, sont fixées sur les plateaux circulaires. Les bornes secondaires sont au nombre de trois, celle du milieu permettant l'emploi du transformateur pour l'alimentation de circuits à 50 volts ainsi que pour les moteurs asynchrones munis du dispositif du démarrage précédemment indiqué.

MATÉRIEL TRIPHASÉ

Génératrices triphasées. — L'installation triphasée était actionnée par deux unités de chacune 200 chevaux (140 kilowatts). La distribution se faisait sous la tension de 500 volts entre deux conducteurs, et tous les moteurs étaient enroulés directement pour cette tension. Tandis que l'une des deux génératrices fonctionne avec une tension de 500 volts, la seconde fournit une tension de 5000 volts entre deux conducteurs, réduite ensuite par des transformateurs à la tension normale de 500 volts.

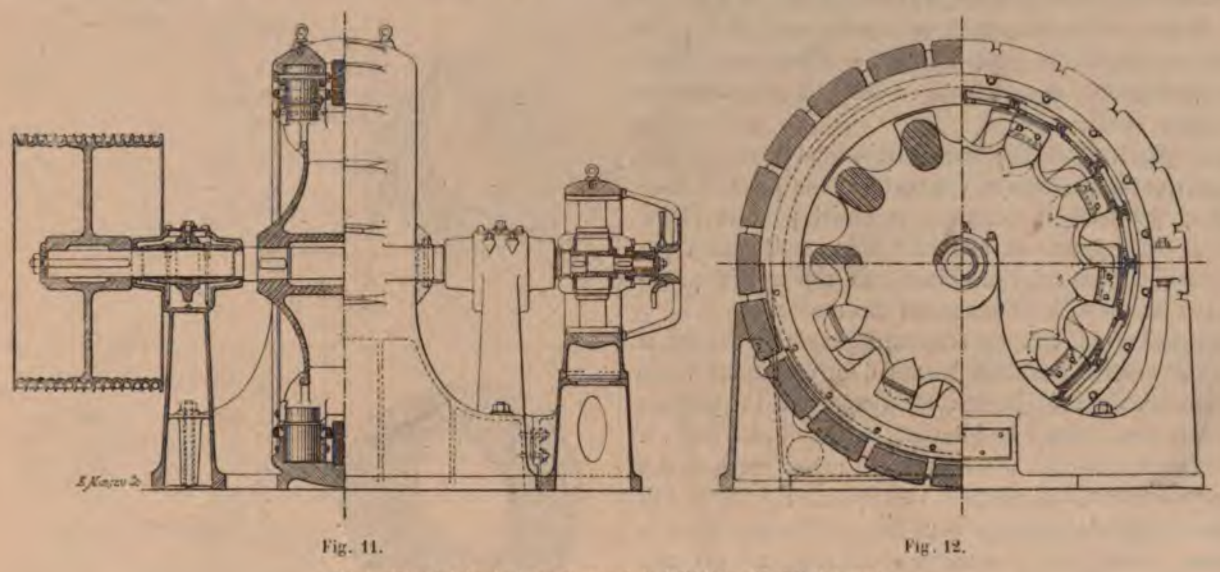


Fig. 11. Fig. 12.

Génératrice triphasée à fer tournant de 140 kilowatts (200 chevaux).

La fréquence des deux génératrices est de 42 périodes par sec.; les petits moteurs ayant au minimum 4 pôles, le nombre de tours sur l'arbre de ces moteurs ne dépasse jamais 1200 par minute.

Les génératrices triphasées sont à fer tournant et ne présentent par suite aucun contact mobile (voir fig. 11 et 12). La partie tournante en acier coulé porte des saillies en fer lamellé (10 saillies de chaque côté) (voir fig. 13). La machine comprend deux induits distincts et une bobine inductrice, coaxiale avec l'arbre, qui produit le flux magnétique traversant les deux séries d'enroulements induits. Les saillies de la partie mobile sont décalées, celles de droite par rapport à celles de gauche, de la moitié de la distance angulaire entre deux pôles d'un même côté; il en résulte que les f.é.m. induites dans les deux armatures sont décalées de 90 degrés. En employant alors le dispositif bien connu indiqué par Scott, on obtient trois f.é.m. égales entre elles : un des deux induits constitue la base du triangle et fournit 500 ou 5000 volts à ses bornes respectivement pour chaque machine. Le second induit a un nombre de spires égal à 0,867 fois celui du premier; les sections de fer étant les mêmes pour ces deux induits, les bobines des deux enroulements sont traversées par le même flux et par suite les f.é.m. sont entre elles comme les nombres de spires. En connectant une des bornes du second induit avec le milieu de l'enroulement du premier, les trois bornes restant ainsi disponibles serviront de prises de courants triphasés.

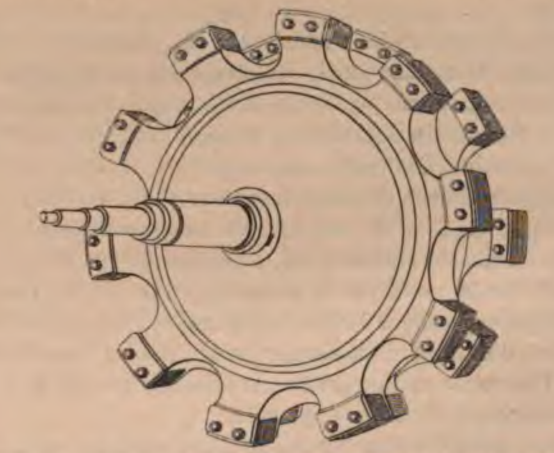


Fig. 13. — Partie mobile d'un alternateur triphasé à fer tournant.

Ce dispositif présente des avantages évidents : on pourrait en effet produire trois forces électromotrices décalées de 120 degrés en mettant sur la partie fixe trois fois plus de bobines qu'il n'y a de saillies sur la partie tournante; mais on aurait alors une construction plus chère que celle que nous venons d'indiquer et pour laquelle le nombre de bobines de l'induit est seulement double de celui des saillies. En outre, ce dispositif évite complètement le croisement des bobinages des différentes phases, ce qui est très favorable pour la production de hautes tensions; les bobines induites sont enroulées et isolées avec soin, puis on les met en place avec interposition de carcasses en micanite fixées par des clavettes en bois.

L'induit de l'excitatrice est emmanché sur l'arbre principal, et supporté en porte-à-faux. Les balais sont placés sur un support fixé sur le bâti en fonte de cette machine à courant continu.

Les génératrices triphasées travaillent avec un flux magnétique considérable, de sorte que la réaction d'induit et par suite la chute de potentiel pour la pleine charge par rapport à la marche à vide ne dépassent pas 15 à 20 pour 100; ces machines sont construites spécialement en vue de l'actionnement des moteurs.

On obtient un courant alternatif simple en faisant la prise de courant aux deux bornes d'un seul induit : une génératrice de 200 chevaux fonctionnant à l'Exposition donnait ainsi jusqu'à 90 kilowatts par induit. Du reste, il est facile d'obtenir à la fois avec une même machine des courants alternatifs simples et triphasés; le dispositif ressemble à celui employé pour les installations monocycliques, mais alors le « teaser » est remplacé par une armature entière.

Moteurs triphasés. — Pour les puissances inférieures à 8 chevaux, les inducteurs des moteurs sont fixes; l'induit tournant possède un enroulement fermé sur lui-même.

Pour les puissances supérieures, la construction est modifiée, de manière que le démarrage des moteurs puisse se faire avec un couple supérieur au couple normal, sans que l'intensité du courant à ce moment atteigne une valeur excessive. Pour cela, l'inducteur est tournant et le courant est amené dans son enroulement par trois bagues métalliques. L'induit est fixe et son enroulement est diphasé, afin de diminuer les variations du couple pour les différentes positions de la partie tournante. Un rhéostat liquide, analogue à celui représenté aux figures 7 et 8, permet d'introduire au démarrage de grandes résistances que l'on retire ensuite progressivement du circuit au fur à mesure que la vitesse augmente.

Les grands moteurs (au-dessus de 50 chevaux) peuvent être enroulés directement pour de hautes tensions, jusqu'à 2000 volts, sans emploi de transformateurs intermédiaires.

Moteur triphasé submergé. — Une expérience curieuse, installée à l'Exposition, montrait la facilité avec laquelle on peut atteindre une bonne isolation dans les moteurs triphasés : la maison Ganz exposait un moteur triphasé de 1 cheval travaillant complètement immergé dans l'eau d'une vitrine, de sorte que le liquide le pénétrait complètement et remplissait l'entrefer; ce moteur tournait plusieurs heures par jour sous la tension normale et assez élevée de 300 volts entre 2 conducteurs. L'induit possède un enroulement en court-circuit dont les fourches de connexion sont noyées dans une masse composée d'un mélange de paraffine, de goudron, etc. Les inducteurs sont bobinés avec un fil ordinaire guipé de 2 couches de coton, mais sont isolés soigneusement après coup par une composition spéciale.

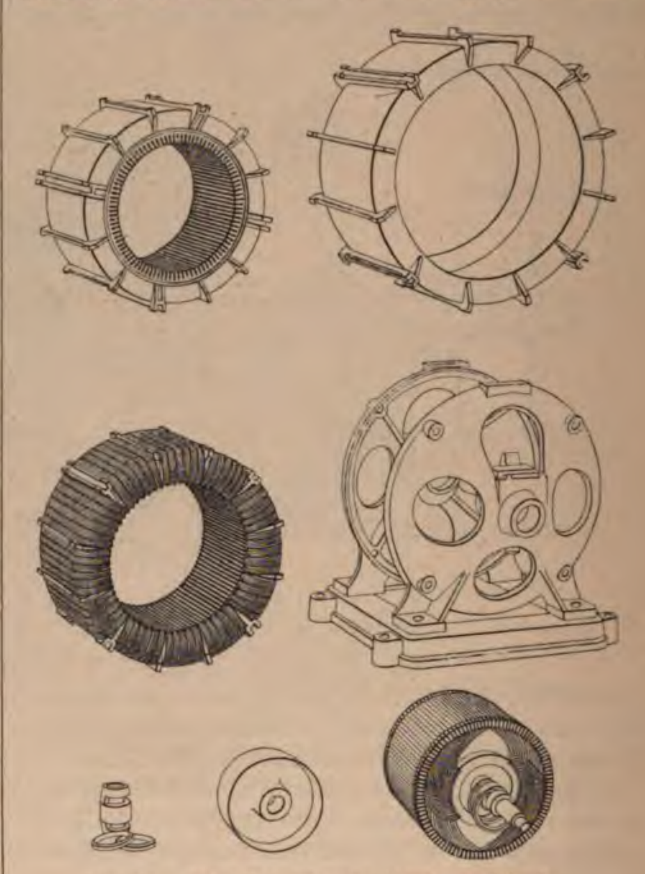


Fig. 14. — Détails de construction de moteurs triphasés.

Une autre disposition montrait nettement la possibilité d'obtenir avec ces moteurs l'absence complète de tout mouvement irrégulier : un moteur de 1 cheval, dont l'induit avait été soigneusement équilibré, était supporté sur trois ressorts à boudin à environ 30 cm. du sol : on n'apercevait pas pendant la marche la moindre oscillation.

La figure 14 montre nettement la construction d'un moteur triphasé de 5 chevaux (4 pôles, 1200 tours). L'enroulement inducteur est en anneau; le serrage des tôles de fer se fait au moyen de plateaux en bronze; les deux supports de paliers sont en fonte et réunis par des boulons entretoises traversant toute la largeur du moteur.

Les courbes de la figure 15 donnent les résultats très complets d'une série d'essais effectués sur un moteur de 3 chevaux d'une construction analogue.

Le rendement est maximum pour une puissance de 2 chevaux et il atteint 85 pour 100. A la charge normale maxima de 3 chevaux il est de 75 pour 100, avec un facteur de puissance égal à 0,9, ce qui est très satisfaisant.

Pour les moteurs d'une puissance de 16 chevaux et au-dessus, les deux enroulements, inducteur et induit, sont effectués en tambour au moyen de barres et de fourches. La dispersion magnétique est plus faible avec ce genre d'enroulement qu'avec celui en anneau, ce qui présente une réelle importance pour les applications dans lesquelles un démarrage rapide est exigé sans entraîner pour cela un courant excessif.

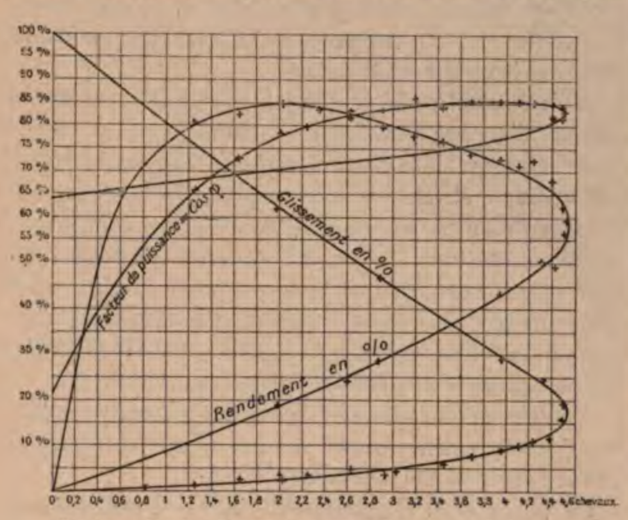


Fig. 15. — Courbes d'essais d'un moteur triphasé de 3 chevaux.

Détermination du glissement. — La détermination du glissement d'un moteur à courants alternatifs peut s'effectuer par une méthode à la fois simple et générale : on fixe contre la poulie du moteur, perpendiculairement à l'arbre, un disque de carton portant une série de secteurs égaux, alternativement blancs et noirs, le nombre total de ces secteurs étant égal au nombre de pôles du moteur; on place en avant de la poulie, de manière à éclairer le disque, une lampe à arc qui peut être d'une construction très rudimentaire et que l'on alimente par le courant même qui traverse le moteur.

Si le glissement était nul, le disque semblerait immobile; mais comme il y a un certain glissement, le disque paraît tourner lentement en sens inverse de la rotation du moteur, avec une vitesse d'autant plus grande que le glissement est plus considérable : le rapport du nombre de tours apparent du disque, que l'on peut ainsi observer très facilement, à celui du champ tournant, correspondant à la fréquence de la génératrice, donne directement le glissement.

A. O. Dubsky, P. Girault.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 19 octobre 1896.

Sur la propriété de décharger les conducteurs électrisés, produite dans les gaz par les rayons X et par les étincelles électriques. — Note de M. Émile Villari, présentée par M. Mascart. — Les gaz traversés par les rayons X acquièrent la propriété de décharger les conducteurs électrisés. Il résulte de mes recherches les plus récentes qu'ils acquièrent cette propriété rapidement et qu'ils la conservent pendant un certain temps.

En effet, en excitant par les rayons X un gaz contenu dans un récipient de zinc avec une mince paroi d'aluminium, et en le poussant rapidement par un tnbe de verre long et gros (3 × 1000 cm) contre un électroscope, on voit celui-ci se décharger. Au contraire, il ne se décharge pas si le courant de gaz n'est point excité par les rayons X. La propriété de décharger les conducteurs se perd petit à petit à mesure que le gaz passe par des tubes plus longs, qui peuvent être de verre ou de métal, isolés ou non. Ces expériences ont été faites avec l'air, l'oxygène, le gaz d'éclairage, l'hydrogène et un mélange d'air et de vapeurs éthérées ou de sulfure de carbone.

Ces gaz acquièrent la même propriété en passant par un tube de verre parcouru par une série d'étincelles d'un inducteur, renforcées par un condensateur.

La longueur des étincelles au delà de 4 à 5 mm n'a pas d'influence sensible sur le phénomène. Mais l'efficacité pour la décharge augmente à peu près du double, lorsque quatre étincelles, au lieu d'une seule, se produisent dans le tube. Les étincelles de l'inducteur non renforcées ont une action sensiblement plus faible, qui augmente jusqu'à une certaine limite avec la longueur de l'étincelle, et diminue ensuite jusqu'à zéro. L'efficacité des étincelles renforcées ne diminue pas s'il s'en produit une autre en dehors du tube; mais elle diminue sensiblement lorsqu'on augmente la résistance du circuit induit au moyen d'une colonne de solution du sulfate de cuivre. L'efficacité pour la décharge augmente un peu avec la rapidité du courant gazeux et diminue avec la longueur du tube qui conduit le gaz du tube à étincelles à l'électroscope.

Cette propriété ne peut être attribuée au réchauffement produit par les étincelles dans le gaz : d'une part, elles ne l'échauffent que peu; d'autre part, la colonne gazeuse chauffée fortement au moyen d'une flamme, mais non activée par les étincelles, ne décharge pas l'électroscope.

De l'action de l'effluve électrique sur la propriété des gaz, de décharger les corps électrisés. — Note de

M. Émile Villari, présentée par M. Mascart. — Il résulte de ma Note précédente que les gaz acquièrent la propriété de décharger les corps électrisés, non seulement par l'action des rayons X, mais aussi lorsqu'ils sont traversés par une série d'étincelles électriques énergiques. De nouvelles recherches me mettent à même d'affirmer que les gaz traversés par les étincelles semblent acquérir une plus grande conductibilité pour la chaleur.

Deux tubes de verre, courts et gros, réunis par d'autres tubes minces, étaient parcourus par un même courant gazeux. Dans le premier, on pouvait produire, avec des fils de platine, quatre étincelles fournies par un inducteur, renforcé par un condensateur; dans le second, se trouvait une petite spirale de platine. On poussait par les tubes un courant gazeux et l'on portait, à l'aide d'une pile, la petite spirale au rouge naissant; on activait ensuite le tube à étincelles : la petite spirale se refroidissait et devenait sombre. Les expériences ont été exécutées avec l'air et le gaz d'éclairage.

La propriété, acquise par les gaz, de décharger les corps électrisés, peut, peut-être, être attribuée à une espèce de dissociation des molécules gazeuses. Guidé par cette supposition, j'ai voulu essayer l'effet de l'effluve électrique sur les gaz. Je poussai, au moyen d'un ozonateur de verre, un courant d'oxygène ou d'air contre l'électroscope; je vis que ce dernier ne se déchargeait pas. Il en était de même d'un courant de gaz d'éclairage ou d'hydrogène. L'effluve ne détermine donc pas dans les gaz la propriété de décharger les conducteurs. Mais, ce qui est particulièrement remarquable, c'est que l'effluve semble l'anéantir dans les gaz qui l'ont précédemment acquise. Un courant gazeux, activé par les rayons X ou par les étincelles, fut poussé contre un électroscope, après avoir passé par un ozonateur de verre. Avec ozonateur inactif, l'électroscope se déchargeait aussitôt, tandis qu'il ne se déchargeait plus lorsqu'on activait l'ozonateur. Les expériences ont été exécutées avec l'air, l'oxygène et le gaz d'éclairage.

On sait que les produits de combustion des flammes déchargent rapidement les conducteurs. Dans une Note récente, j'ai démontré que cette propriété diminue un peu quand ces produits sont refroidis par un réfrigérant à eau courante, de 2 m de longueur environ. Si l'on fait passer ces produits, chauds ou froids, par un ozonateur en activité, ils perdent complètement leur efficacité pour décharger des conducteurs, comme la perdent les gaz excités par les rayons X ou par les étincelles.

Séance du 26 octobre 1896.

Sur la propriété de décharger les corps électrisés, produits dans les gaz par les corps incandescents et par les étincelles électriques. — Note de M. Édouard Branly. — Dans une Note insérée dans les *Comptes rendus* du 4 avril 1892, j'ai fait connaître quelques-uns des résultats énoncés par M. Villari dans sa Communication du 19 octobre 1896. A propos de recherches sur une conductibilité unipolaire des gaz, après avoir montré comment variait la déperdition produite sur le disque d'un électroscope par un fil de platine rendu incandescent par un courant électrique, j'ajoutais :

La déperdition est encore produite en refroidissant les gaz chauds qui enveloppent le fil de platine incandescent (rendu incandescent par un courant électrique) et en les projetant sur le disque. Une figure explique la disposition expérimentale [1]. Le fil de platine rougit au-dessous d'un entonnoir fixé au bas d'un serpentin de 2 m plongé dans l'eau froide. A son extrémité supérieure, le serpentin s'emboîte dans la tubulure d'un tube où circule le gaz d'un réservoir à 25 atmosphères. Le jet de gaz qui tombe ainsi sur le disque est *très froid*.

Si l'on remplace le fil de platine incandescent par la flamme d'un bec Bunsen, d'une lampe à alcool, d'une bougie, les gaz de la flamme, aspirés, *refroidis* et lancés sur le disque électrisé, déterminent une vive déperdition. La déperdition est ici la même pour les deux électricités. *Même résultat avec les gaz des étincelles électriques* (les étincelles étaient produites par une petite machine électrique ou par une bobine d'induction, au-dessous de l'entonnoir du serpentin, à la place même où se trouvait précédemment le fil de platine incandescent).

Ajoutons qu'un courant de vapeur d'eau ou d'hydrogène, ou d'air, fortement chauffé et lancé contre le disque, ne donne lieu à aucune déperdition.

On voit que les étincelles électriques ne jouent pas le rôle spécial que M. Villari paraît disposé à leur attribuer.

Les expériences que je viens de rappeler d'après ma Note du 4 avril 1892, ont été décrites avec plus de développements dans le *Bulletin des séances de la Société française de Physique* (p. 215 à 230; 1892).

Sur l'efficacité de la protection de la tour Saint-Jacques contre un coup de foudre exceptionnel. — Note de MM. Ch. Mildé et E. Grenet, présentée par M. H. Becquerel. — Ainsi que M. E. Grenet a eu l'honneur de le faire connaître à l'Académie [(*Comptes rendus*, 17 avril 1884 [2])], l'emploi d'un conducteur en cuivre rouge met à l'abri, d'une façon absolue, les édifices qui en sont pourvus, quelque violent que puisse être l'orage qui éclate autour d'eux. Le conducteur est un ruban métallique qui constitue un véritable réseau dans l'intérieur duquel tout le bâtiment à protéger se trouve enfermé.

Un coup de foudre remarquable, qui a éclaté le 7 juillet 1896 sur la tour Saint-Jacques, où, par ordre de l'autorité municipale, nous venions d'établir notre système de protection, en a démontré l'efficacité complète et nous semble, par ses particularités, de nature à intéresser l'Académie.

---

[1] Voy. la figure dans la Note du 4 avril 1892.

[2] Cette communication était relative au coup de foudre qui venait d'éclater sur l'église de Belleville en y mettant le feu, malgré la présence de trois paratonnerres à grandes tiges soigneusement entretenus par le service de contrôle de la Ville.

D'après le document officiel, rédigé par le directeur de cet observatoire, une première décharge a éclaté à $21^h58^m22^s$; un vif éclair, accompagné d'un fracas formidable, s'est montré au zénith; la pointe du paratonnerre a été portée au rouge sur une longueur de 50 cm à 60 cm. On a entendu le bruit caractéristique de l'émission d'une violente effluve.

Les mêmes phénomènes se sont reproduits successivement, à quelques différences d'intensité près, à $22^h1^m4^s$, à $22^h1^m45^s$, à $22^h7^m25^s$ et, enfin, une cinquième et dernière décharge, à $22^h14^m10^s$.

Malgré la violence de ces explosions successives, contrairement à ce qui était arrivé antérieurement lors de plusieurs fulgurations n'ayant pas cependant éclaté directement sur la tour, les observateurs en station sur la plate-forme ont pu, en toute liberté d'esprit et sans éprouver aucun effet physique sensible, enregistrer minutieusement tous les détails, toutes les phases de l'orage qui se déchaînait autour d'eux. Nous pensons qu'il n'est pas sans intérêt d'indiquer à l'Académie les détails du dispositif dont nous nous sommes servis dans cette construction.

Conformément aux prescriptions contenues dans le Rapport de Gay-Lussac, adopté par l'Académie dès 1823, nous avons disposé un double conducteur, de manière à envelopper complètement la tour Saint-Jacques dans toute sa hauteur.

L'un de ces conducteurs est en communication avec les maîtresses canalisations d'eau et de gaz, et l'autre se termine par une prise de terre spéciale, constituée par un tubage en tôle de 15 cm de diamètre et de 16 m de long enfoncé dans le sol. Ces dispositions sont également conformes aux indications données par la Commission des paratonnerres pour les bâtiments de l'État.

Les conducteurs que nous avons employés sont constitués par des rubans de cuivre rouge de 3 cm de largeur et de 1 mm d'épaisseur, parfaitement flexibles; ils s'appliquent sans faire de saillies sur les murailles du monument dont ils épousent toute l'ornementation.

Nous avons garni l'extérieur de la plate-forme d'un circuit reliant les pointes en cuivre rouge que portent sur leur sommet les statues qui en occupent les quatre angles.

En outre s'élève au centre une longue tige qui dépasse de 20 cm la statue de saint Jacques, par laquelle toutes les autres sont dominées.

Afin de compléter la protection des observateurs qui se trouvent entourés d'objets métalliques de toute nature sur la plate-forme où ils se meuvent, nous avons ajouté, à la tige centrale, un anneau que l'on peut hisser à volonté en s'aidant de la poulie du drapeau et qui porte quatre chaînes métalliques fixées à chacune des quatre pointes des statues.

De la sorte, nous avons constitué comme un immense vélum électrique sous l'abri duquel les observateurs sont en parfaite sécurité.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 4 novembre 1896.

Les séances mensuelles ordinaires de la Société ont recommencé le 4 novembre 1896, sous la présidence de M. G. Sciama. Après la lecture et l'adoption du procès-verbal de la dernière séance, après l'énoncé des nouvelles admissions et des ouvrages offerts à la Société, M. le Secrétaire général a parlé en quelques mots du Congrès de Genève et des diverses questions qui y ont été traitées; il a insisté notamment sur le bienveillant accueil qui a été fait par l'Association suisse des électriciens. Il propose que des remerciements soient votés à M. Palaz, président de l'Association, ainsi qu'à M. Turettini, président d'honneur du Congrès.

L'ordre du jour appelle ensuite les communications techniques.

M. Perrin expose le **Mécanisme de la décharge par les rayons Röntgen des corps électrisés** et appuie ses explications par diverses expériences qui sont projetées. Nous avons déjà parlé précédemment de ces essais (voy. n° 112 de l'*Industrie électrique* du 25 août 1896, p. 377).

M. P. Janet décrit ensuite une **Nouvelle méthode pour la mesure de la température des filaments des lampes à incandescence.** — Il montre d'abord quels ont été les résultats obtenus jusqu'ici dans cette détermination pour une lampe à incandescence dans des conditions normales. En 1886, M. Garbe a trouvé 2250°; en 1891, M. Weber, 1500°, et en 1892, M. Le Châtelier, 1800°. M. Garbe a employé la méthode optique de M. Crova, qui consiste à observer au photomètre des radiations choisies pour des longueurs d'onde de 0,676 μ, 0,523 μ, et à déterminer la *température optique* de la source. Celle-ci étant connue, une formule spéciale permet de trouver la température cherchée. M. Le Châtelier compare les radiations rouges de la source à étudier et de la source étalon à l'aide d'un photomètre dérivé du photomètre Cornu. Celui-ci a été gradué à l'aide d'un couple thermo-électrique. M. Weber a employé une méthode fondée sur le rayonnement. La formule de M. Weber est la suivante :

$$Q = CS\,(Te^{aT} - T_o e^{aT_o}),$$

dans laquelle Q est la quantité de chaleur dégagée par seconde, C, une constante caractéristique du corps employé et qui, dans le cas actuel pour le charbon, varie entre 0,000017 et 0,000013 (charbon gris), S, la surface incandescente, T, la température absolue du corps, T_o, la température absolue de l'enceinte où l'on se trouve, et a, une constante égale à 0,0043 et qui est la même pour tous les corps. On détermine a en faisant des expériences préalables à des températures connues et que l'on établit

par les variations de résistance du charbon, et en connaissant la puissance dépensée à chaque instant par la lampe. D'autres expériences permettent d'obtenir *T*.

La nouvelle méthode indiquée par M. Janet consiste à déterminer la puissance dépensée dans une lampe en fonction de sa résistance. Cette dernière étant fonction de la température, l'ordonnée de la courbe précédemment construite représentera donc la puissance *P* consommée dans la lampe et rayonnée à une température donnée. On place une lampe dans ses conditions normales de fonctionnement, puis on rompt brusquement le courant pour étudier les variations de la résistance en fonction du temps. En déterminant l'intégrale $\int P dt$, *P* étant la puissance rayonnée, on pourra évaluer la quantité de chaleur abandonnée par le filament pour son refroidissement. La formule de M. Violle, qui donne la quantité de chaleur à fournir à 1 g de charbon pour le porter à la température *t*, permettra alors de connaître cette température. M. Janet indique ensuite les dispositifs qu'il a adoptés pour ces diverses expériences à l'aide du pont; mais il ne peut encore fournir aucun résultat.

En terminant, M. Pellat donne quelques indications sur la **Graduation du galvanomètre Deprez-d'Arsonval.**

J. L.

BIBLIOGRAPHIE

Accumulateurs électriques (*Encyclopédie des Aide-mémoire*), par F. Loppé. — *Gauthier-Villars et fils* et *Masson et Cie*, éditeurs, Paris.

Parmi les nombreux petits volumes qui composent déjà cette encyclopédie, malicieusement appelée sous cape « collection blanche », en raison de la largeur des marges et de l'exiguïté de la justification, celui-ci est un de ceux qui répondent le mieux au titre général d'*Aide-mémoire*. M. Loppé, dont le nom est connu à plus d'un titre et le travail justement estimé, a su condenser, dans les 200 courtes pages qui lui étaient imparties, la substance actuelle de la question toujours ouverte des accumulateurs sans sacrifice à des sympathies personnelles et sans prolixité de détails souvent intéressants mais inopportuns dans l'espèce. Tout y est bien pondéré dans ses six parties, dont les quatre extrêmes sont dévolues aux généralités : résumé d'électrochimie, principes des accumulateurs, appareils spéciaux à leur emploi, et mesures, tandis que les deux intermédiaires traitent particulièrement des accumulateurs, au plomb, d'une part, et, de l'autre, des divers systèmes concurremment essayés. La troisième partie, concernant les accumulateurs au plomb, qui, comme théorie, comme étude et comme applications, ont donné lieu au plus grand nombre de travaux, est aussi celle qui occupe la plus large place.

Malheureusement, l'ouvrage ne porte aucune date, défaut toujours regrettable au point de vue de l'étiologie aussi bien que des recherches; et des données comme celle qui fait faire en 1895 une communication au regretté Émile Reynier, depuis longtemps disparu, ne sont pas de nature à bien renseigner les générations futures. D'un autre côté, l'auteur (qu'il nous permette de le lui redire amicalement) ne prend pas suffisamment la peine de se relire et se fait ainsi, bien gratuitement, tort à lui-même en laissant passer, indépendamment d'une ponctuation absolument fantaisiste, des définitions d'après lesquelles le rendement est toujours supérieur à l'unité, et des incorrections comme « ordonnées » pour « abscisses », « cubes » pour « carrés », « voltmètre » pour « voltamètre », « aéromètre » pour « aréomètre », etc., sans parler d'inexactitudes telles que « électrolyte » constamment mis au féminin, « malaxion » au lieu de « malaxage »?...

Le savoir est certainement la première condition pour écrire; mais, bon gré mal gré, la confection d'un livre exige des soins littéraires et matériels, dont ne se préoccupent pas assez les écrivains scientifiques de nos jours. Un peu d'attention leur suffirait cependant la plupart du temps, la précision étant, par une heureuse coïncidence, l'apanage commun de la science et de la langue française.

E. Boistel.

Les applications de l'électrolyse à la métallurgie, par U. Le Verrier. — *Gauthier-Villars et fils*, éditeurs, Paris, 1896.

A propos du Congrès de Chimie appliquée, nous avons eu l'occasion de citer[1] un récent mémoire de M. U. Le Verrier, ingénieur en chef des Mines, relatif à l'électrométallurgie. La maison Gauthier-Villars nous le présente aujourd'hui en une petite plaquette de 60 pages environ qui nous amène à en parler plus longuement. Comme on le voit par ce qui précède, ce travail est très sommaire ou, du moins, très succinct. Laissant volontairement de côté les procédés électrothermiques, l'auteur ne s'occupe que de l'électrolyse proprement dite et de son application aux principaux corps métalliques, objet de la grande industrie. Le cuivre (affinage et traitement des minerais), le nickel, le zinc (dépôts galvaniques et traitement des minerais), l'antimoine, l'étain, les alliages des métaux précieux et l'or se partagent ce fascicule. Les considérations techniques et économiques développées par l'auteur l'amènent à une conclusion défavorable à l'électrolyse, dans laquelle, avec des anodes solubles, le courant électrique ne provoque que des déplacements de métaux dans l'électrolyte, sans produire, à lui seul, la décomposition pure et simple d'un sel en ses éléments, métallique d'une part, et non métallique, de l'autre. Ce rôle semble appartenir uniquement à la méthode ignée qui, avec ses anodes insolubles,

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, n° 111, p. 542.

serait, suivant lui, le véritable avenir de la métallurgie.

Là pourrait se borner le compte rendu de cet opuscule; mais il emprunte une grande autorité à la qualité de son auteur et se signale à l'attention par un côté d'ordre plus général : l'avènement progressif de nos ingénieurs de l'État à la vie publique en matière d'électricité. Il n'est ni le premier ni le dernier du genre; mais le fait ne saurait passer inaperçu. Entre les maîtres, dont bon nombre déjà est sorti de l'École polytechnique et qui nous dictent les lois de la science, et les techniciens qui nous fournissent le précieux concours d'une expérience éclairée, nos ingénieurs des Mines et des Ponts et Chaussées, profitant de la voie ouverte par ces derniers, nous apportent l'appoint de leurs études élevées.

Qu'ils soient les bienvenus! Nous ne leur marchanderons pas les égards qui leur sont dus, mais à la condition qu'ils veuillent bien se plier aux légitimes exigences de la science moderne et tenir compte des résultats si péniblement acquis par leurs devanciers, sans nous ramener de dix ans en arrière, faute d'une appréciation suffisante de l'homogénéité, dont ils doivent être les premiers à donner l'exemple. Autant les lapsus trouveront toujours une indulgence dont nous avons tous besoin, autant notre nouvelle génération, mieux éduquée que par le passé, ne saurait plus s'accommoder de perpétuelles confusions, telles que celles relevées dans ces quelques pages, entre force, travail, puissance, force électromotrice et énergie; entre densité et intensité de courant; entre résistance et résistance spécifique; entre rendement maximum et puissance maxima; entre ténacité et résistance. De prétendues forces exprimées en chevaux-heure sonnent mal à l'oreille, aussi bien que des pouces en plein système métrique, sans parler de l'équivalence du cheval-vapeur donnée pour 745 et 746 watts. La translation de mesures anglaises en mesures françaises n'est pas difficile et l'on peut, en tout cas, crier gare, au lieu d'affecter pour le lecteur une indifférence qu'il ne mérite pas. Nous en dirons autant du correcteur typographique qui laisse passer à plusieurs reprises « wat » pour « watt » et « avoir à faire » pour « avoir affaire ».

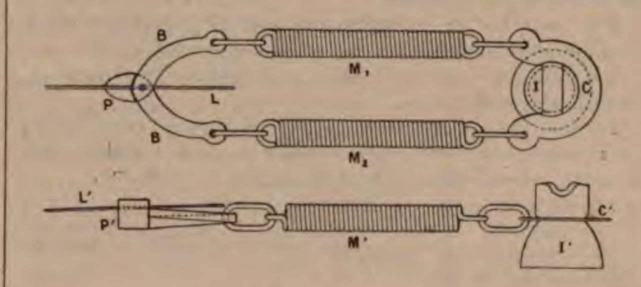
Les auteur et éditeurs se doivent mieux que cela. Noblesse oblige. E. Boistel.

RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

Attache des fils aériens aux isolateurs pour lignes à grande portée, système Manne. — M. Manne, gérant de la fabrique de bronze phosphoreux Montefiore à Anderlecht, s'est attaché à résoudre le problème de la pose des conducteurs aériens, de manière à leur assurer une stabilité maxima.

Partant de ce fait que les variations de tension et de flèche des fils résultent de ce que leurs points d'attache étant invariablement fixés, les allongements ou les contractions ne peuvent se produire qu'au détriment de la courbe d'équilibre qu'ils affectent, ce qui rend considérables ces variations, cet inventeur a visé à rendre, contrairement à l'usage courant, entièrement mobiles leurs points d'attache.

Il a, dans ce but, imaginé l'intéressant dispositif représenté ci-dessous. P est une pince en bronze à mâchoire plate légèrement rainurée, servant à fixer le fil par pression. Les deux bras B B se rattachent aux extrémités des deux ressorts à boudin M_1 M_2 très flexibles, fixés d'autre part à une pièce courbe plate C, qui se passe au col de l'isolateur. Le tout est



maintenu en place par la forme même de C et de l'isolateur. Le métal employé est exclusivement le bronze, pour éviter toutes causes de détérioration par les agents atmosphériques.

La pince doit être façonnée différemment suivant le diamètre du fil à mettre en œuvre, afin d'obtenir un serrage uniforme sur toute la longueur de la partie pincée. L'entrée de son bec sera légèrement ouverte pour éviter la pliure du fil sur des arêtes trop vives.

Les ressorts sont gradués empiriquement, de façon à se déformer d'une manière permanente, lorsque la tension du fil dépasse une certaine valeur.

Entre la tension de pose et cette limite que l'on se fixe, l'élasticité du ressort, beaucoup plus large que celle du fil, lui vient en aide de manière à assurer à la courbe d'équilibre que prend le conducteur la moindre déformation possible.

Si, par exemple, le fil se détend sous l'effet de l'élévation de la température, les ressorts absorbent cet allongement, la flèche ne varie pas sensiblement; seule la tension diminue, mais moins rapidement que dans le cas du fil invariablement attaché à des isolateurs d'arrêt.

Au contraire, si le fil se contracte par l'effet du froid, la traction qu'il exerce augmente, les ressorts se tendent, et comme la flèche qu'ils prennent est très grande pour un faible effort supplémentaire, ils empêchent automatiquement tout excès de tension.

En résumé, les facteurs flèche et tension varient moins que dans une portée ordinaire, et le bris du fil devient pour ainsi dire impossible, vu la déformation permanente des ressorts lorsqu'une limite dangereuse est atteinte.

Cette déformation permanente rend visible le danger et provoque ainsi la réparation avant que le conducteur soit détérioré.

De ce que l'on est maître de déterminer la tension maxima à laquelle sera soumis le brin conducteur, il en résulte qu'on peut, sans inconvénient, le faire travailler normalement sous une tension de pose beaucoup plus considérable que s'il était arrêté aux isolateurs.

Considérons, par exemple, l'emploi de ressorts atteignant la déformation permanente sous une charge de 70 kg et une portée de 500 m en fil de bronze de 1,4 mm à 50 pour 100 de conductibilité.

A la température de 15°, on pourra poser le fil sous la charge de 50 kg, d'où résultera, en vertu de la formule

$$f = \frac{pa^2}{8T},$$

dans laquelle p est le poids linéaire du fil en kilogramme

par mètre de longueur, a la portée en mètres et T la tension en kilogrammes, une flèche de 8,5 m.

Posé de la manière habituelle, le même fil ne pourrait être tendu qu'à 30 kg environ et sa flèche serait de 13,5 m.

L'attache Manne permettrait donc, dans ce cas spécial, d'utiliser, de part et d'autre de la portée, des supports moins élevés de 5 m. La réduction de hauteur pourrait même être plus grande encore si l'on considère que les variations de flèche du fil ainsi tendu seront moindres que dans une portée posée comme à l'ordinaire.

Pour une portée de 1 km, on pourrait bénéficier d'une diminution de hauteur des points d'appui de 27,75 m!

Un autre avantage réside dans la grande mobilité transversale laissée au fil.

Lorsque celui-ci est arrêté à un isolateur, le balancement qu'il prend sous l'effet du vent fatigue surtout la section dangereuse, qui est celle touchant la ligature à l'isolateur.

Au contraire, dans le dispositif que nous étudions, le fil peut se déplacer transversalement avec la plus grande facilité, toute la fatigue étant supportée par les ressorts à boudin de beaucoup plus flexibles.

Enfin, la pose est singulièrement abrégée, puisqu'il suffit de pincer le brin dans la mâchoire, le tendre à la tension voulue et accrocher le collier C au col de l'isolateur.

Le système, qui serait coûteux pour les petites portées, se recommande pour les lignes à très grandes portées, où il devient économique à cause de la diminution de hauteur des supports qui résulte de son application, indépendamment d'un entretien moindre, la ligne étant plus stable.

Il va être appliqué au Congo pour la traversée du Congo en face de Matadi. Quatre fils de bronze phosphoreux de 2 et 3 mm de diamètre à 30 pour 100 de conductibilité y traverseront le fleuve en une seule portée de 1 km.

(*L'Industrie.*) ÉMILE PIÉRARD.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office ÉMILE BARRAULT, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

255902. — **Wheless.** — *Perfectionnement dans les lampes électriques* (28 avril 1896)

255947. — **Cerebotani** et **Société Walmann** et **Cie**. — *Procédé pour la photographie multiple par intervalle au moyen d'appareil Morse* (29 avril 1896).

256099. — **Fleckl.** — *Collecteur ou transporteur pneumatique de courrier* (5 mai 1896).

256114. — **Burke.** — *Perfectionnement dans les relais télégraphiques* (5 mai 1896).

255996. — **Majert.** — *Perfectionnement dans les électrodes d'accumulateurs* (30 avril 1896).

256019. — **Roux.** — *Accumulateur électrique* (1er mai 1896).

256088. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnement aux machines dynamo-électriques* (5 mai 1896).

255982. — **Patin.** — *Rhéostats variables pour courants de haute tension* (30 avril 1896).

255994. — **Chauvin** et **Arnoux.** — *Appareil de mesures électriques* (30 avril 1896).

256011. — **Société d'exploitation des câbles électriques système Berthoud, Borel** et **Cie**. — *Câbles électriques* (1er mai 1896).

256032. — **Société Gaiffe** et **Cie**. — *Transformateur universel pour l'électrothérapie* (1er mai 1896).

256178. — **Société Gebruder Naglo.** — *Procédé pour indiquer qu'une ligne d'un bureau téléphonique est occupée* (7 mai 1896).

256179. — **Société Gebruder Naglo.** — *Conjoncteur automatique pour le fonctionnement des bureaux téléphoniques* (7 mai 1896).

256254. — **Berdell.** — *Perfectionnements aux téléphones* (11 mai 1896).

256290. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux systèmes de distribution d'énergie électrique au moyen des courants polyphasés* (12 mai 1896).

256219. — **Mac Murtrie.** — *Outil pour dénuder les fils métalliques* (9 mai 1896).

256271. — **Plantard, Rault** et **Guillard-Dupard.** — *Éclairage électrique sans frais par les fourneaux de cuisine* (13 mai 1896).

256431. — **Pinçon.** — *Commutateurs à direction multiple pour téléphones* (18 mai 1896).

256439. — **Kübler.** — *Télégraphe imprimeur* (19 mai 1896).

256471. — **Chovo.** — *Compteur enregistreur des conversations téléphoniques* (19 mai 1896).

256298. — **Société The Alternate Current Electro-Motor Syndicate Limited.** — *Perfectionnements aux électromoteurs* (12 mai 1896).

256450. — **Coffin.** — *Perfectionnements à la transformation magnétique de la force contre-électromotrice de l'arc voltaïque d'une lampe à arc* (19 mai 1896).

256305. — **Weber.** — *Électro-dynamomètre à âme en fer* (12 mai 1896).

256384. — **Carbonnelle.** — *Système d'enregistrement des courants électriques* (15 mai 1896).

256315. — **Makin.** — *Perfectionnements aux lampes électriques à arc* (12 mai 1896).

256366. — **Ridings Bull** et **Codd.** — *Perfectionnements aux régulateurs des lampes à arc* (13 mai 1896).

256424. — **Adam.** — *Commutateur applicable aux voitures automobiles électriques à commande mixte* (18 mai 1896).

256561. — **Vallet.** — *Pile automotrice supprimant la polarisation* (23 mai 1896).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Compagnie centrale d'Éclairage et de Transport de force par l'électricité. — Elle a pour fondateurs MM. Léonce Laroudie et Rougerie, négociants à Limoges.

Elle a pour objet :

a. L'exploitation de la concession relative à la distribution de l'énergie électrique pour l'éclairage de Limoges.

b. Le transport de la force hydraulique pour actionner l'outillage des usines, les tramways, etc.

c. L'obtention pour l'État, les départements, les communes, les particuliers, de toutes concessions ou marchés pour l'application de l'exploitation de l'industrie électrique.

d. Toutes participations et généralement toutes opérations industrielles ou commerciales, mobilières ou immobilières qui, directement ou indirectement, intéressent l'objet social.

Les énonciations ci-dessus n'ont aucun caractère limitatif et l'objet de la Société comprend, sans exception ni réserve, toutes exploitations se rattachant à toutes entreprises similaires.

Le siège de la Compagnie est à Paris, 59, rue Legendre, et la durée du pacte a été fixée à 15 ans.

MM. Laroudie et Rougerie apportent :

1° La concession du droit de distribution de l'énergie électrique pour l'éclairage de la ville de Limoges, par voie aérienne et souterraine, concession consentie pour une durée de 75 ans, soit jusqu'au 31 décembre 1971 à la date du 16 avril 1896, et approuvée par M. le préfet de la Haute-Vienne, à la date du 4 juillet suivant.

2° Leurs études et documents relatifs au transport de la force hydraulique disponible sur le Thorion à Châtelus-le-Marcheix.

En conséquence, MM. Laroudie Léonce et Rougerie subrogent la Société dans tous les droits et actions résultant pour eux de la concession consentie par la ville de Limoges. — En un mot, ils mettent la Société entièrement à leur lieu et place, à charge par elle de satisfaire aux charges et obligations, résultant de ladite concession.

La Compagnie Départementale des eaux et services municipaux apporte à la Société :

1° Les études, recherches, projets, plans et devis et documents relatifs à l'exploitation de la concession d'éclairage électrique de Limoges et au transport de la force hydraulique.

2° La promesse de vente à elle consentie à la date du 16 septembre 1896, par M. Constantin de Baubreuil, d'un terrain situé à Limoges sur le bord de la Vienne.

3° La promesse de vente, à elle consentie à la date du 17 septembre 1896, par Madame Guérin, veuve Allilaire, demeurant à Limoges, boulevard des Petits-Carmes, d'une maison et terrains annexes, inscrits au plan cadastral sous les n° 1589, 1590, 1591, 1592 et 1592 *bis*, section F.

La Compagnie Départementale subroge la Société dans tous les droits que lui confèrent lesdites promesses de vente, à charge par la cessionnaire de satisfaire aux charges et conditions stipulées.

En représentation et pour prix de cet apport, il est attribué :

1° A MM. Laroudie Léonce et Rougerie, 600 des actions créées, qui leur seront remises en titres entièrement libérés, après la constitution définitive de la Société.

2° A la Compagnie Départementale des Eaux et Services Municipaux, 400 des actions créées, qui leur seront remises en titres entièrement libérés après la constitution définitive de la Société.

Le capital social est fixé à 1 500 000 francs divisé en 3 000 actions de 500 francs chacune.

Il est formé de deux séries d'actions : les actions à souscrire en espèces dites ***privilégiées***, les actions représentatives d'apport dites ***ordinaires***.

En représentation des apports ci-dessus, il est attribué : à MM. Laroudie et Rougerie 600 actions ***ordinaires***; à la Compagnie Départementale des Eaux, 400 actions *ordinaires*. Le capital espèces de l'entreprise est donc de 1 million.

La Compagnie pourra augmenter son capital actions et émettre des obligations à court ou à long terme.

Elle est administrée par un conseil comprenant 4 membres au moins et 7 au plus qui devront être chacun propriétaires d'au moins 10 actions affectées à la garantie de leur gestion.

L'assemblée générale annuelle sera tenue chaque année avant la fin du mois de juillet ; elle comprend tous les propriétaires d'au moins 10 actions.

Pendant la période de construction et d'installation, les actions privilégiées recevront un intérêt fixe de 6 pour 100 calculé sur le capital dont elles sont libérées. Cet intérêt sera, en cas d'insuffisance des produits sociaux, prélevé sur le capital et sa valeur portée au compte de premier établissement.

Pendant le cours de l'exploitation, il sera prélevé sur les bénéfices nets :

1. 5 pour 100 pour le fonds de réserve.

2. Somme nécessaire pour servir aux actions ***privilégiées*** un intérêt de 6 pour 100.

Sur le surplus il est ensuite prélevé :

1. Somme nécessaire pour servir un intérêt de 6 pour 100 aux actions *ordinaires*.

2. La somme nécessaire à l'amortissement du capital social qui devra être complètement amorti en 75 ans.

Le solde des produits nets sera réparti comme suit :

1. 10 pour 100 au Conseil d'administration.

2. 90 pour 100 à distribuer entre les actions ordinaires et privilégiées amorties ou non.

L'amortissement du capital s'effectuera par voie de tirage au sort.

Les actions désignées recevront :

1. Le capital effectivement versé.

2. L'intérêt de ladite somme calculé à 6 pour 100 depuis l'échéance du précédent coupon d'intérêt jusqu'au jour indiqué pour le remboursement.

3. Le dividende de l'exercice clos au 31 décembre précédent.

4. Une action de jouissance ayant les mêmes droits, sauf l'intérêt à 6 pour 100, que les actions non amorties.

La Société est administrée par :

MM. Laroudie, Rougerie, Salliard, directeur de la Compagnie Départementale des Eaux et Services Municipaux, Laisant, répétiteur à l'École Polytechnique.

Voici, d'après les renseignements que nous avons obtenus, les conditions dans lesquelles la Compagnie exploitera, et les prévisions des fondateurs sur le développement de l'entreprise.

La ville de Limoges a 80 000 habitants, et sa municipalité, par un traité du 22 juin 1896, approuvé par le préfet de la Haute-Vienne le 4 juillet suivant, a concédé à MM. Laroudie et Rougerie le droit de placer en l'air ou sous les trottoirs et chaussées, les conducteurs destinés à la distribution de l'énergie électrique pour *éclairage*.

Ce traité, d'une durée de 75 ans, ne vise que l'éclairage, la ville s'étant réservé la liberté d'accorder toutes autorisations quand il s'agirait d'emploi de l'énergie électrique autre que celui ci-dessus.

Mais dès à présent, et pendant toute la durée de leur concession, les concessionnaires sont autorisés à délivrer aux particuliers qui le leur demanderont l'énergie pour la force motrice et autres usages.

A l'expiration de la trentième année de la concession, la ville aura, à toute époque, droit de rachat, mais en cas de rachat, elle devra payer chaque année, aux concessionnaires, pendant tout le temps restant à courir entre l'époque de rachat et le 31 décembre 1971, une annuité égale au bénéfice net moyen des trois années qui auront précédé celle du rachat; en outre, toutes les machines, le matériel, la canalisation, etc., seront repris par la Ville à dire d'experts.

Suivant les termes de l'article 20 du Traité : ***tous frais d'exploitation, amortissement et intérêts déduits, la moitié des bénéfices nets au delà de 6 pour 100 sera partagée par moitié avec la ville.***

La Compagnie espère avoir dès le début un service de 6000 lampes de 50 watts réparties comme suit :

Cafés et cercles : 1000 lampes brûlant 2000 heures et consommant par an 100 000 kw-h.

Magasins : 3000 lampes brûlant 1000 heures et consommant par an 150 000 kw-h.

Particuliers : 2000 lampes brûlant 1000 heures et consommant, par an, 100 000 kw-h,

et distribuer pour force motrice, environ 120 chevaux de puissance travaillant en moyenne 1500 heures par an.

Dans ces conditions l'usine distribuerait par an :

Pour éclairage	350 000 kw-h.
Pour force motrice	150 000 —
Soit au total	500 000 kw-h.

D'après les données qui lui ont été fournies par des constructeurs, la Compagnie estime à 13 centimes le prix de revient maximum à *l'usine* du kilowatt-heure.

Les frais généraux sont évalués à 67 000 fr se décomposant en : personnel 35 000 fr, entretien 24 000 fr, patentes, assurances 8 000 fr : en tenant compte de cet élément dans l'établissement du prix de revient du kilowatt-heure à *l'usine*, on obtient les chiffres suivants :

Nombre de kw-h produits.	Prix à l'usine du kw-h en centimes.
400 000	29
500 000	26
600 000	24
800 000	21
1 000 000	19
1 200 000	18

Les fondateurs estiment à 17 pour 100, au maximum, de la production totale, l'influence des causes diverses de perte sur l'ensemble du réseau. Si l'on fait entrer cet élément dans les calculs, on obtient, le prix de revient de kilowatt-heure *chez l'abonné* :

Nombre de kw-h produits.	Prix chez l'abonné du kw-h en centimes.
400 000	35
500 000	31
600 000	29
800 000	25
1 000 000	23
1 200 000	22

Aux termes du traité avec la Ville, les tarifs à percevoir sont les suivants :

Pour éclairage :

1° Une taxe fixe de 150 fr par kw-h installé chez l'abonné.

2° Une taxe fixe de 50 centimes par kw-h consommé.

La combinaison de ces deux taxes fera ressortir à 62,5 centimes le kw-h consommé.

Pour force motrice :

1° Une taxe fixe de 150 fr comme ci-dessus.

2° Une taxe de 25 centimes par kw-h consommé.

Si l'on adopte les chiffres des fondateurs comme prix de revient du kilowatt-heure chez l'abonné, on arrive à cette conclusion que c'est à partir d'une consommation de 500 000 kw-h par an que la ville viendra au partage des bénéfices.

L'usine est prévue en tant que terrain et bâtiments pour une production de 1 200 000 kw-h par an, mais la machinerie et la canalisation qui seront montées dès le début correspondront seulement à une production annuelle de 600 000 kw-h par an.

Lorsque ce dernier chiffre sera dépassé, de nouvelles unités seront installées, et l'on estime dès à présent les dépenses de ce chef à 50 000 fr par 100 000 kw-h à produire par an.

INFORMATIONS

Compagnie Générale Française d'Électricité et de Force. — Au mois de septembre, la station de la rue Beaubourg, n° 41, alimentait l'équivalent de 1800 lampes de 10 bougies; aujourd'hui sa production correspond au service de 2000 lampes.

De nouvelles machines sont en montage pour desservir 300 lampes nouvellement souscrites, et par la suite 500 autres lampes presque assurées.

La station de la rue Poccard à Levallois a reçu abonnement pour 200 lampes nouvelles en septembre, et les demandes d'énergie électrique tant pour éclairage que force motrice, depuis le 1er septembre, représentent 380 lampes de 80 watts.

Depuis le 1er octobre, la Compagnie pose chaque jour environ 3 à 500 mètres de canalisation aérienne, ce qui prouve que dans cette industrie le compte de premier établissement n'est jamais fermé.

Société des Etablissements Postel-Vinay. — L'assemblée générale extraordinaire des actionnaires a, dans sa séance du 21 juillet 1896, voté l'augmentation de son capital de 1 200 000 fr à 2 millions de fr par la création de 1600 actions de 500 francs chacune. Par suite de la souscription de 1 600 actions nouvelles, formant l'augmentation du capital, la rédaction de l'article 6 des statuts est modifiée ainsi qu'il suit :

Article sixième. — Le fonds social est fixé à deux millions de francs et divisé en 4000 actions de 500 fr chacune, dont 1 200 000 fr formant le capital originaire et 800 000 fr montant de l'augmentation résultant des décisions des assemblées générales des 21 juillet et 25 septembre 1896.

Compagnie Française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. — Le 22 octobre, les actionnaires ont été convoqués à titre extraordinaire, avec l'ordre du jour suivant :

1° Vérifier et, reconnaître s'il y a lieu, la sincérité de la déclaration faite au nom du Conseil d'administration suivant acte reçu par Me Cherrier, notaire à Paris, le 7 octobre 1896, de la souscription des 20 000 actions de 500 fr chacune représentant l'augmentation du capital de 10 millions de francs autorisée par l'assemblée générale extraordinaire du 14 septembre de ladite année 1896 et du versement en espèces de la moitié sur chacune de ces actions.

2° Modifier, par suite de l'augmentation du capital, la rédaction de l'article 6 des statuts et tous autres articles qu'il y aurait lieu;

3° Approuver les statuts, ensemble la délibération susénoncée en date du 14 septembre 1896, et déclarer la Société définitivement constituée au capital de 15 millions de francs;

4° Confirmer les pouvoirs donnés aux commissaires chargés de faire rapport sur les complets de l'exercice 1896;

5° Fixer à nouveau la valeur des jetons de présence attribués au conseil d'administration;

Toutes les résolutions proposées ont été votées.

Compagnie Parisienne de l'Air comprimé. — Les actionnaires se sont réunis le 24 octobre avec l'ordre du jour suivant :

I. — Rapport du Conseil d'Administration sur les comptes de l'exercice clôturé le 30 juin 1896. — Rapport du Commissaire des comptes.

II. — Approbation s'il y a lieu, du bilan et des comptes soumis à l'Assemblée.

III. — Nomination d'Administrateurs.

IV. — Nomination d'un ou plusieurs Commissaires aux comptes pour l'exercice 1896-97.

V. — Fixation des jetons de présence des Administrateurs et de l'allocation du ou des Commissaires.

VI. — Autorisation à donner à divers Administrateurs, par application de l'article 25 des statuts.

Nous espérons pouvoir rendre compte prochainement de la situation de l'entreprise.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

34200. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus à Paris.

5e Année. — N° 118. 25 Novembre 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. E. HOSPITALIER. 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

INFORMATIONS

La traction électrique à Paris. — Le *Conseil général de la Seine*, dans sa séance du 18 novembre 1896, a autorisé la Compagnie générale des tramways à substituer la traction électrique à la traction animale sur la ligne Bastille-Charenton, mais à titre d'essai seulement. Le *Conseil municipal de Paris* a discuté dans sa séance du 20 novembre, le projet de chemin de fer métropolitain à voie étroite et à traction électrique, mais sans arriver à aucune conclusion. Attendons avec patience les décisions de nos édiles....

L'unification des filetages. — Nous sommes trop partisans de l'unification des mesures pour ne pas enregistrer avec plaisir tous les progrès réalisés dans ce domaine. Lorsque parurent les propositions de la Société d'encouragement relatives à l'unification des filetages, nous n'aurions pu exprimer qu'un regret, c'était que cette Société ne se fût pas entretenue avec l'Union des ingénieurs allemands, pour étudier en commun cette question à laquelle cette dernière Société avait déjà consacré d'importantes discussions. On pouvait craindre qu'après l'adoption du système de la Société d'encouragement, il y eût en Europe deux types distincts de pas de vis, sans compter le système Whitworth, que l'on cherche du reste à extirper dans les pays qui ont franchement adopté le système métrique. Mais la question semble entrée dans une phase nouvelle, qui aboutira probablement à l'adoption exclusive des filetages de la Société d'Encouragement ; c'est un beau succès pour cette Société et pour les promoteurs de la réforme, à l'habileté desquels la *Revue de la Société allemande de mécanique et d'optique* rend un éclatant hommage dans un article paru récemment, et dont nous donnons ici la traduction littérale : C. E. G.

Vereinsblatt der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, p. 153.

« Lorsque l'année dernière nous exposâmes dans ce journal le détail de système de filetage proposé par la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, nous pouvions présumer, avec quelque apparence de raison, que ce système ne serait jamais un adversaire bien dangereux de celui auquel la Société des ingénieurs allemands s'était ralliée. Les événements ne confirment malheureusement pas nos prévisions, et la raison en est aussi bien dans les mesures peu pratiques prises par cette dernière Société, que dans les procédés énergiques et appropriés à leur but de la Société d'Encouragement. Alors que, chez nous, on retardait l'introduction du nouveau système jusqu'au moment d'une entente internationale, on chercha en France à répandre autant que possible dans le pays même la nouvelle création ; on trouvait, il est vrai, un terrain extrêmement favorable, puisque les pas Whitworth n'avaient jamais pris en France l'extension qu'ils ont chez nous, pour cette raison que le système anglais s'accorde très mal avec les mesures métriques qui ont vu le jour en France. On possédait, il est vrai, depuis longtemps des pas métriques à profusion ; chaque Compagnie de chemin de fer avait ses types, qui présentaient une agréable variété aussi bien dans la forme du filet que dans la hauteur des pas et dans les diamètres ; de plus, il existait un filetage spécial pour la marine de

guerre qui entretient en France d'importants ateliers. Il était donc très désirable que toutes ces administrations s'entendissent pour adopter les mêmes types, d'autant plus que son introduction n'était pas liée comme chez nous au passage du pouce au mètre. De cette façon, la Société d'Encouragement a eu la satisfaction de voir son système adopté dans les ateliers de la marine et par toutes les Compagnies de chemins de fer à l'exception de la Compagnie d'Orléans. Un grand nombre de fabriques de machines s'y sont ralliées, parmi lesquelles plusieurs dont le nom est universellement connu; de plus deux importantes maisons françaises, Bariquand et Marre et Nathan Bloch fils, à Paris, ont entrepris d'établir les types et l'outillage pour les nouveaux pas, que l'on désigne en abrégé par les lettres S. F. (système français).

« Ce succès national garantit maintenant au système français de grands avantages dans la lutte internationale qui vient de commencer. Lors de l'ouverture de la ligne du Gothard, il se forma une Union des chemins de fer, créée dans le but d'unifier la technique des voies ferrées. Cette Union, qui comprend aujourd'hui les chemins de fer de Belgique, d'Allemagne, d'Italie, d'Autriche, de Suisse et de quelques autres pays européens, se propose de discuter dans sa prochaine réunion, qui aura lieu à Berne en 1897, l'adoption d'un filetage unique. Naturellement les deux seuls systèmes en présence sont le système français et celui de la Société des ingénieurs allemands. Comme l'annonce la *Schweizerische Bauzeitung*, le gouvernement fédéral chargé de préparer la grande conférence proposera le système français. On peut évidemment contester à une association le droit de toucher une question qui intéresse toute la technique des machines; mais si une décision intervient à Berne, son application sera assurée non seulement pour les chemins de fer, mais aussi tous les fabricants de machines devront s'y soumettre; même ils feront bien de s'y relier le plus tôt possible, car tout retard entraînerait des pertes matérielles.

« Chez nous la mécanique de précision, qui ne représente qu'une petite partie de la fabrication des machines, fera bien d'attendre les décisions de la Conférence de Berne, après laquelle elle devra éventuellement prendre de nouvelles mesures. »

Une nouvelle revue scientifique. — Un nouveau journal scientifique mensuel, ***Revue de physique et de chimie et de leurs applications industrielles***, édité à librairie de Sciences générales, 53, rue Monsieur-le-Prince, vient de paraître le 10 de ce mois. Cette revue est publiée sous la direction scientifique de l'éminent chimiste M. P. Schutzenberger, dont le nom est autant connu dans le domaine des sciences pures que dans celui de la chimie appliquée. Nul doute que sous une telle direction la nouvelle revue n'arrive rapidement au succès que nous lui souhaitons.

Le but poursuivi par les fondateurs est très nettement exposé dans le premier numéro :

« Tenir un public spécial au courant des nouveautés scientifiques et industrielles de la physique et de la chimie; le faire suivre, dans des résumés concis et ordonnés, les travaux récents de France et de l'Étranger; lui faire donner par les maîtres, savants et techniciens, la note juste sur les questions d'actualité : tel est notre but. »

Cette publication ainsi comprise, s'occupant uniquement de ces deux sciences, la physique et la chimie, qu'il est bien difficile, en raison des liens étroits qui les unissent, de considérer isolément, traitant avec un égal souci de la science et de ses applications à l'industrie et présentant, par conséquent, un caractère à la fois scientifiquement élevé et réellement pratique, nous paraît devoir intéresser un très grand nombre de savants, d'ingénieurs et d'industriels, ce qui lui assurera certainement une excellente place parmi les nombreuses productions de la presse scientifique. P. G.

The Electrician. — En commençant son trente-huitième volume, notre excellent confrère *The Electrician*, de Londres, a renoncé à une vieille et déplorable habitude anglaise qui consiste à rejeter le sommaire au milieu du numéro, ce qui rend les recherches longues et pénibles lorsqu'il s'agit de retrouver un article publié depuis quelque temps, mais postérieurement à la publication de la dernière table des matières, c'est-à-dire dans le volume en cours de publication. Nous sommes heureux d'enregistrer cette amélioration adoptée d'ailleurs depuis de longues années par *The Electricial Review*. Pour que cet *improvement* soit parfait, il ne reste plus à *The Electrician* qu'à tirer les annonces sur des feuilles *distinctes* du texte du journal. Il évitera aux collectionneurs, dont nous sommes, des mutilations regrettables et des déchirures — nous allions écrire des déchirements — souvent intempestives.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Barbizon (Seine-et-Marne). — *Traction électrique.* — La Société du tramway électrique de Fontainebleau est en instance pour établir une nouvelle ligne du palais à Barbizon à travers les plus beaux sites de la forêt.

Bordeaux. — *Traction électrique.* — Ainsi que nous l'avons annoncé dans un de nos derniers numéros (nº 116, **1896**, p. 459), la Commission des tramways s'est réunie et a adopté en principe la formule de M. Clavel. Dans sa note, M. Clavel signale en même temps que les avantages que pourrait en retirer le public sans sacrifices pour le budget communal, l'intérêt qu'aurait la Ville elle-même.

Voici *in extenso* la formule proposée :

Si la Compagnie concessionnaire du réseau urbain n'établit pas un accord amiable avec les Compagnies de tramways électriques de la banlieue de Bordeaux en vue d'assurer le passage des voitures d'un réseau sur l'autre et *vice versa*, afin d'éviter aux voyageurs un transbordement à la jonction desdits réseaux, la Ville se réserve la faculté ci-après :

Sur la demande d'une quelconque des Compagnies de tramways électriques de la banlieue de Bordeaux, et sous réserve de l'engagement de celle-ci de renoncer à toute demande de pénétration en ville par ses propres moyens, la Ville pourra imposer à la Compagnie concessionnaire du réseau urbain l'établissement d'un système de billets communs dont le prix sera égal à la somme des prix applicables pour les parcours effectués sur chacune des lignes en correspondance et qui donneront aux voyageurs le droit de passer d'un réseau sur l'autre.

La Compagnie concessionnaire sera tenue de verser à la Ville, en outre des sommes déterminées par ailleurs, un dixième de la part lui revenant sur la recette produite par ces billets communs. La Ville pourra de son côté payer à la Compagnie de banlieue considérée, totalité ou partie de ce dixième.

Les prescriptions contenues dans les 2ᵉ et 3ᵉ paragraphes ci-dessus cesseraient d'être applicables le jour où un accord interviendrait entre les Compagnies pour la création d'un service commun sans transbordement.

Elles rentreraient en vigueur le jour où un accord établi en vue de cette création viendrait à être rompu.

Cette formule permet à la Ville d'exercer son influence sans se mettre en contradiction avec la jurisprudence de l'administration supérieure et du Conseil d'État et sans intervenir

directement dans le règlement des intérêts privés des deux Compagnies.

Elle donne à la Ville une arme contre la Société urbaine et lui permet, le cas échéant, de combattre le mauvais vouloir de cette dernière en la frappant d'un impôt spécial, d'une sorte de pénalité.

Elle lui permet d'agir sur les Compagnies suburbaines, étant donné que celles-ci ont besoin de son concours pour établir une exploitation réellement rémunératrice, et que la Ville se réserve, à défaut d'accord amiable, la faculté d'apprécier si elle doit prêter son concours et dans quelle mesure.

Elle rend sensible pour chacune des Compagnies son minimum d'intérêt à traiter et elle doit par cela même les conduire à une entente pour la création d'un service commun avantageux à la fois pour le public et pour elles-mêmes.

Elle met les Compagnies de banlieue, par rapport au réseau urbain, dans la situation d'affluents apportant du trafic à ce dernier et rémunérés proportionnellement à cet apport. Ces Compagnies se trouvent dans une position comparable à celle de certaines correspondances de chemins de fer qui amènent des voyageurs ou des marchandisss dans les gares.

Son application ne peut causer aucun dommage à la Compagnie urbaine, puisque le prélèvement à effectuer éventuellement porterait uniquement sur les recettes supplémentaires créées par les tramways suburbains.

Alors même qu'elle ne conduirait pas immédiatement à la réalisation d'un service commun sans transbordement, elle augmenterait considérablement les services rendus au public, car elle assurerait la création et la vitalité de certaines lignes incapables peut-être de se suffire, si elles étaient livrées à elles-mêmes, et elle provoquerait les efforts des Compagnies suburbaines comme de la Compagnie urbaine à faciliter le passage d'un réseau sur l'autre.

Montpellier. — *Traction électrique*. — Le public montpelliérain en est à se demander où en est la question des tramways électriques, sans doute en train d'attendre son tour dans un de ces innombrables cartons administratifs de légendaire mémoire (n°s 100, 111, 116, **1896**, p. 75, 540 et 460). Nous pouvons satisfaire aujourd'hui leur curiosité. Le dossier de l'affaire est toujours à Paris. M. Fournier, ingénieur en chef et membre du conseil supérieur des ponts et chaussées, vient de déposer un rapport sur le projet. Ce rapport, dont les conclusions sont favorables, a été transmis au ministère des travaux publics et le conseil supérieur des ponts et chaussées va avoir prochainement à statuer. Mais, même après que ce conseil aura donné son avis, on n'en aura pas fini avec les formalités administratives. Le dossier sera passé au ministère de l'intérieur, qui aura à le transmettre au Conseil d'État, et ce n'est que lorsque cette haute assemblée aura rendu le décret d'utilité publique que les travaux pourront commencer...!

Nous croyons savoir que l'autorité municipale est disposée à hâter autant que possible la promulgation du décret d'utilité publique, mais il est certain qu'un assez long délai s'écoulera avant que l'on puisse voir les ouvriers mettre la main à l'œuvre.

Rodes (Pyrénées-Orientales). — *Éclairage*. — La commune de Rodes est sur le point d'être éclairée à la lumière électrique par l'intermédiaire d'une chute d'eau. Un traité définitif a été signé le 29 août, entre M. Anglade, propriétaire du moulin, la commune de Vinça, et M. Roquet Lalanne, concessionnaire; les travaux commenceront aussitôt que l'eau du canal pourra être utilisée. Il est question d'aménager le moulin pour une puissance mécanique de 250 chevaux en 2 turbines de 125 chevaux; on actionnerait des alternateurs à haut potentiel, environ 10 000 volts, de façon à pouvoir éclairer Vinça, Rodes, Boule, Ille et, peut-être, Neffach et Millas. En outre, un réseau téléphonique relierait entre elles et à l'usine électrique toutes ces communes.

Saint-Benin d'Azy (Nièvre). — *Éclairage*. — Après Clamecy, Corbigny et tout récemment Entrains, on nous annonce que la ville de Saint-Benin-d'Azy va être très prochainement éclairée à la lumière électrique.

Saint-Quentin. — *Éclairage*. — Au nombre des travaux projetés à Saint-Quentin, figure la réfection des ponts de la rue de la Fère et l'abaissement éventuel du lit de la Somme. Il est question de créer ainsi une chute susceptible de fournir une puissance de 55 chevaux et un certain nombre de personnes estiment qu'elle pourrait être utilisée pour créer une usine électrique municipale destinée à éclairer la ville.

Sérignan (Hérault). — *Éclairage*. — A la suite d'un traité passé avec M. Gilquin, ingénieur, la ville de Sérignan abandonnera son antique éclairage au pétrole pour profiter des avantages d'une station centrale d'électricité. Le prix de la lampe-an de 20 bougies est dès maintenant fixé à 35 fr.

L'éclairage, d'après le nouveau cahier des charges, devra commencer au coucher du soleil jusqu'à minuit en semaine et une heure les dimanches et fêtes.

Vals-les-Bains (Ardèche). — *Traction électrique*. — La ligne du tramway électrique de Vals-Aubenas, dont nous avons parlé il y a peu de temps (n° 110, **1896**, p. 315), paraît devoir bientôt entrer dans la voie d'exécution. Les plans et devis ont été déposés ces jours-ci et l'approbation du projet vient d'être demandée au ministre des travaux publics.

Voici quelques détails sur cet intéressant projet :

La longueur totale de la ligne est de 10,235 km. Elle part de 100 m environ au-dessus du pont de Vals. A l'entrée du pont la ligne se divise en deux voies : l'une suit le boulevard, l'avenue Farincourt et le pont des Vivaraises, l'autre suit la grande rue de Vals.

Ces deux voies se rejoignent à la route départementale, un peu en amont de l'usine à gaz. Suivant la route, la voie traverse l'Ardèche, le village de Labégude, Lautaret et arrive à Aubenas, sur la place de l'Airette où se trouvera une station.

La voie suivra le faubourg Gambetta, la place de la Rotonde, le faubourg de Vernon, où une station existera près du Champ de Mars, le faubourg Jean-Mathon, la route de Saint-Étienne et arrivera à la gare P.-L.-M.

La voie sera établie avec des rails Vignole. La traction sera électrique, par fils aériens qui seront supportés dans la traversée des localités par des consoles en fer, espacées de 40 m environ, et le long de la route par des poteaux en bois. Pour faciliter le retour du courant à l'usine qui sera installée à Vals, les rails seront reliés à un fil de cuivre de 6 mm de diamètre. La voie aura 1 m d'écartement et le matériel roulant 1,875 m tout compris. Les travaux commenceront prochainement.

ÉTRANGER

Brighton. — *Traction électrique*. — Le tramway électrique, qui réunit par la mer Brighton et Rottingdan, vient enfin d'être terminé, et la gigantesque voiture a fait son premier parcours, il y a quelques jours, portant les inspecteurs du Board of Trade. La question la plus importante était de savoir si les pierres, le bois, le sable et les épaves apportés par la marée ne viendraient pas encombrer la voie et entraver le passage du car. Ce point a été éclairci par le voyage d'essai, qui s'est effectué à marée basse; on avait saisi cette occasion pour obstruer la voie à l'aide de morceaux de granit, de fer, de bois, etc. Quand la voiture est arrivée sur ces obstacles, elle les a écartés sans aucune difficulté. Plus tard, à la marée montante, pendant le retour à Brighton, la mer était à 6 m environ au-dessus des rails et le fonctionnement a été, quand même,

parfaitement régulier. La vitesse enregistrée est de 8,85 km à l'heure à marée haute et de 9 à 11 km à l'heure à marée basse.

Châtel-Saint-Denis et **Château-d'Œx (Suisse).** — *Traction électrique.* — Dans une récente conférence, M. Schenk, ingénieur, a exposé les grandes lignes du projet de tramways à traction électrique entre Châtel-St-Denis et Château-d'Œx et à Bulle.

La force motrice sera empruntée à la Sarine, qui actionnera les machines des usines de Montbovon. Au moyen d'un tunnel traversant l'arête à la frontière fribourgeoise, on obtient une chute de 60 m permettant de disposer de 3600 chevaux. Une puissance de 600 chevaux seulement est nécessaire; des deux machines installées à Montbovon, une seule sera utilisée, l'autre restant comme réserve.

Il est prévu dans chaque sens un nombre minimum de 5 trains par jour, mais chaque fois que cela serait nécessaire, lors des foires, fêtes, etc., des facultatifs peuvent être organisés et le nombre des trains ordinaires doublé. Les trains seront composés de trois wagons, soit une voiture automotrice mixte et un ou deux wagons à voyageurs et marchandises. La vitesse sera de 16 à 25 km. à l'heure, ce qui donnera pour le trajet Château-d'Œx-Bulle une durée de 2 heures, arrêts compris.

Le coût du transport est calculé à raison de 0,08 fr par kilomètre pour les voyageurs, soit 2,50 fr pour le trajet Château-d'Œx-Bulle, pour les bagages de 0,20 fr à 0,50 fr par tonne et par kilomètre. Pour les transports de bois et bestiaux, le tarif prévoit un minimum de 0,15 fr par tonne et par kilomètre.

Il reste à obtenir des communes, le plus tôt possible, l'autorisation de laisser poser la voie sur les tronçons communaux, autorisation qui est nécessaire pour la demande de concession qui sera adressée à Berne pour la session de décembre des Chambres fédérales. Les communes auront en outre à s'entendre avec le comité d'initiative pour leur participation financière à l'entreprise.

Fribourg (Suisse). — *Traction électrique.* — Nous apprenons qu'un comité d'initiative s'est formé à Fribourg en vue de doter cette ville d'un réseau de tramways électriques.

Ce comité ne promet pas de gros dividendes, des bénéfices importants ne pouvant être obtenus par l'exploitation d'un service de transport dans une ville de moyenne population. Mais, néanmoins, vu le coût très faible de l'énergie électrique que l'entreprise des Eaux et Forêts assure à l'entreprise, celle-ci peut, dès le début, promettre d'être assez promptement productive. C'est sans doute à cela que se borneront les prétentions des souscripteurs qui, comme ailleurs, auront la satisfaction d'avoir doté leur ville d'un service utile à son développement.

Le réseau comprend trois lignes, d'une longueur totale de 3,5 km environ. Les frais de construction, y compris l'achat, pour 30 ans, d'une puissance de 60 chevaux, sont prévus à 210868 fr. Voilà certes un devis modéré, que le Comité assure être néanmoins largement prévu. Il comprend le matériel roulant composé de 4 voitures, à raison de 12 000 fr l'une.

Le capital en actions sera de 200 000 fr, composé de 1000 actions de 200 fr, au porteur, titres mis dès aujourd'hui en souscription.

En dehors des conditions exceptionnelles de bon marché, la puissance motrice étant cédée par l'administration pour la somme de 50000 fr payée une fois pour toutes, aucune subvention n'est promise.

Nous apprenons d'autre part que la souscription se poursuit activement. Dans sa dernière séance, le Comité d'initiative a pris connaissance des résultats acquis jusqu'à ce jour, et a décidé d'inviter les personnes qui s'intéressent à l'entreprise et qui n'auraient pas encore souscrit, à le faire au plus tôt. La sous-commission technique, chargée des études préparatoires en vue de la mise au concours des travaux de construction de la première section : « Pont suspendu-gare », sera prochainement en mesure de déposer ses conclusions en vue des adjudications nécessaires.

Il importe donc qu'à ce moment, la Société soit définitivement constituée. C'est pourquoi les personnes ayant l'intentionnées de souscrire voudront bien ne pas tarder à déposer leurs bulletins aux domiciles de souscription. Elles faciliteront ainsi la tâche du Comité d'initiative qui espère inaugurer le premier tronçon et en commencer l'exploitation dès le mois de juin 1897.

Le Rand (Transvaal). — *Traction électrique.* — Un syndicat financier de New-York, au capital de 50 millions, vient, d'après *Veritas*, de soumettre au gouvernement transvaalien un projet de construction d'un réseau de tramways électriques dans le Rand. Le développement de ce réseau sera de 160 km environ. Les promoteurs de l'affaire s'engagent à terminer les travaux dans une période de neuf mois.

Liverpool. — *Traction électrique.* — Dans une des dernières réunions de la British Association de Liverpool, M. Cottrel, ingénieur, a lu un rapport dans lequel il décrit la nouvelle ligne à traction électrique de cette ville et insiste sur des points d'un intérêt tout particulier.

La ligne primitive avait 9,260 km de long et le prix d'établissement s'élevait à 140 000 fr par kilomètre. L'extension nord, vers Seaforth (0,400 km de longueur) qui a ouvert en 1884 un nouveau trafic de 1,2 km, a, depuis, amplement justifié sa construction. Un autre branchement vers le sud est à peu près terminé; il commence à 150 m environ au nord du point terminus actuel, avec un viaduc de 250 m de long. Il y avait là quelques difficultés à surmonter pour les travaux du tunnel, environ 800 m à percer dans les roches de grès rouge; ce tunnel croise en un point les tunnels d'autres lignes, et la plus grande distance qui ait pu être établie entre les rails de la nouvelle ligne et le sommet de l'ancien tunnel est de 0,82 m. La station terminus, à Dingle, sera éclairée électriquement; la portion souterraine par des lampes à 110 volts alimentés par un transformateur monté sur le circuit principal; on a prévu le cas de courts-circuits sur la ligne.

La voie et les conducteurs principaux présentent les mêmes dimensions que dans les tramways actuels, mais les rails reposent sur des traverses croisées ordinaires avec des coussinets de jonction en fonte pour répartir les pressions.

Le matériel supplémentaire requis a nécessité un agrandissement de la station génératrice qui a été disposée pour pouvoir alimenter des feeders d'une longueur d'environ 3,2 km, aussi bien que pour régulariser la tension; le nouveau matériel générateur comprend deux machines Corliss du type horizontal à condenseur donnant 400 chevaux indiqués; les dynamos entraînées par courroies donneront chacune 500 ampères sous 500 volts à 400 tours par minute; les armatures sont interchangeables et les inducteurs sont du type simple en fer à cheval avec leurs pôles à la partie supérieure. Le tableau de distribution consiste en six plaques d'ardoise avec des ensembles de commutateurs et d'appareils de mesure, un ensemble pour chaque dynamo. Le nouveau matériel roulant comprend sept trains de trois voitures; les moteurs sont construits par la *Electric Construction C°*. Les ingénieurs pour cette nouvelle ligne étaient sir Douglas Fox et M. S. H. Greathead.

Saint-Pétersbourg. — *Éclairage.* — Il paraît que les cataractes d'Imatra qui, comme on sait, sont situées en Finlande, ne seront pas utilisées pour l'éclairage de Saint-Pétersbourg par l'électricité. Le syndicat qui s'était formé dans ce but s'est dissout et une nouvelle Société se fonderait dans le but d'éclairer la capitale de toutes les Russies et de lui fournir la puissance électrique nécessaire en utilisant les cataractes situées dans les environs de Narva.

DE L'ASYMÉTRIE DES CONDUCTEURS

DANS

LES CIRCUITS A COURANTS TRIPHASÉS

Nous avons vu, dans une étude précédente [1], que la perte de tension e dans une ligne à courant triphasé composée de trois conducteurs de même résistance R, et dont les trois sections sont également chargées, est pratiquement indépendante du décalage du courant par rapport à la tension. En appelant P la puissance et E la tension à l'origine, I le courant qui circulerait dans chaque conducteur si le décalage était nul, on a :

$$I = \frac{P}{E\sqrt{3}}$$

$$e = RI\sqrt{3}.$$

Déterminons maintenant, en appliquant encore la méthode des projections, la part de la perte de tension qui revient à chaque conducteur, pour l'une quelconque des trois sections de la ligne.

Considérons un générateur monté en étoile dont les trois branches produisent des tensions égales à $\frac{E}{\sqrt{3}}$, dont les phases diffèrent d'un tiers de période, la tension aux bornes étant E.

Supposons d'abord que la ligne et les appareils récepteurs ne possèdent ni inductance ni capacité. Les courants dans les branches de l'étoile génératrice coïncident alors en phase avec leur tension respective OA, OB, OC (fig. 1).

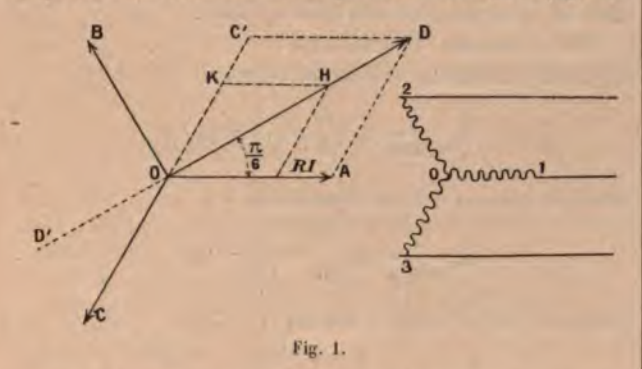


Fig. 1.

La tension entre deux bornes, 1 et 3 par exemple, est $OD = E$, dont la phase est en avance de 30° sur celle de OA. La perte de tension dans le conducteur 1 est $RI\frac{\sqrt{3}}{2}$, celle dans le conducteur 3 est également $RI\frac{\sqrt{3}}{2}$.

La tension de l'extrémité de la section (1-3) est :

$$OH = E - RI\sqrt{3}.$$

[1] Voy. *l'Industrie électrique* du 10 août 1895, n° 87, p. 331.

Lorsque le décalage est nul et que les charges sont égales sur les trois sections, les deux conducteurs d'une section quelconque se comportent donc d'une façon identique par rapport à la perte de tension dans la section considérée. Les trois conducteurs de la ligne sont donc alors symétriques.

Nous avons déjà abordé [1] l'étude d'une ligne mixte à courant triphasé et à courant alternatif.

Montons à l'extrémité de la section (1-3), par exemple, des appareils récepteurs sans inductance ni capacité, absorbant un courant J; admettons que ce courant additionnel n'a pas d'action sensible sur les courants I dans les trois fils et que les tensions à l'origine sont maintenues égales à E, leurs différences de phase restant égales à un tiers de période. La perte supplémentaire de tension produite par le courant J, par rapport à la section (1-3), est $2RJ$. Les pertes de tension dans les deux conducteurs de la section mixte par rapport à ladite section sont toutes les deux égales à

$$RI\frac{\sqrt{3}}{2} + RJ.$$

Ces deux conducteurs sont du reste parcourus par des courants égaux : l'un est la résultante du courant I suivant OA et du courant J suivant OD pour le fil 1 ; l'autre est la résultante du courant I suivant OC et du courant J suivant OD', pour le fil 3. Les deux conducteurs de la section mixte sont donc symétriques relativement à cette section.

Pour la section (2-1), on a

Perte dans le conducteur 1 :

$$RI\frac{\sqrt{3}}{2} + RJ\frac{1}{2}$$

Perte dans le conducteur 2 :

$$RI\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Pour la section (3-2), on a

Perte dans le conducteur 3 :

$$RI\frac{\sqrt{3}}{2} + RJ\frac{1}{2}.$$

Perte dans le conducteur 2 :

$$RI\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Les conducteurs 1 et 3 se comportent donc d'une façon identique par rapport aux trois sections de la ligne. Si, par exemple, on veut que les pertes de tension soient égales dans les trois sections, on doit donner aux deux conducteurs 1 et 3 la même résistance.

Admettons maintenant que les trois sections sont également chargées, mais que la phase du courant dans chaque conducteur présente un retard φ par rapport à la

[1] Voy. *l'Industrie électrique* du 25 septembre 1895, n° 90, p. 402.

tension correspondante. C'est le cas d'une ligne alimentant uniquement des moteurs d'induction à courant triphasé.

Le courant dans chaque fil de ligne correspondant à la puissance P est alors :

$$I' = \frac{P}{E\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{\cos\varphi} = \frac{I}{\cos\varphi}.$$

Considérons une section quelconque, (1-3) par exemple, (fig. 2). La perte de tension dans le fil 1 est

$$OF' = R\frac{I}{\cos\varphi}\cos\left(\frac{\pi}{6}+\varphi\right).$$

La perte de tension dans le fil 3 est :

$$OG' = R\frac{I}{\cos\varphi}\cos\left(\frac{\pi}{6}-\varphi\right).$$

La perte totale de tension dans la section (1-3) est donc :

$$OF' + OG' = R\frac{I}{\cos\varphi}\cos\left(\frac{\pi}{6}+\varphi\right) + R\frac{I}{\cos\varphi}\cos\left(\frac{\pi}{6}-\varphi\right).$$

Les quantités OF' et OG' ne sont égales que pour $\varphi = 0$, c'est-à-dire lorsque le décalage est nul. Les deux conduc-

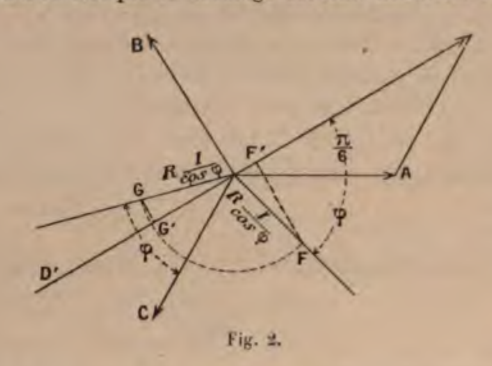


Fig. 2.

teurs d'une section concourent donc en général à la perte de tension dans cette section pour des quantités différentes.

Cas particuliers. — 1° Pour $\varphi = \frac{\pi}{6} = 30°$, on a :

$$OG' = 2OF',$$

c'est-à-dire que le conducteur 3 concourt à la perte de tension dans la section (1-3) pour une quantité double de celle du fil 1 ; la perte totale a alors pour expression :

$$OF' + OG' = \frac{3}{2}R\frac{I}{\cos\varphi}.$$

2° Pour $\varphi = \frac{\pi}{3} = 60°$, on a :

$$OF' = R\frac{I}{\cos\frac{\pi}{3}}\cos\frac{\pi}{2} = 0.$$

$$OG' = R\frac{I}{\cos\frac{\pi}{3}}\cos\frac{\pi}{6} = RI\sqrt{3}.$$

La perte de tension dans le fil 1 est donc nulle et celle dans le fil 3 est $RI\sqrt{3}$. Ce dernier seul produit une perte de tension par rapport à la section considérée. La composante normale à la tension à l'origine, dont il faudrait tenir compte pour obtenir la tension exacte à l'extrémité de la section est alors

$$2RI + RI = 3RI.$$

3° Dans le cas de moteurs asynchrones ou d'induction, on a en moyenne $\varphi = \frac{\pi}{4}$, $\cos\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$. On a alors

Perte de tension dans le conducteur 1 :

$$RI \,.\, 1{,}41 \,.\, \cos 75° = RI \,.\, 1{,}41 \,.\, 0{,}259 = 0{,}365 \,.\, RI;$$

Perte de tension dans le conducteur 3 :

$$RI \,.\, 1{,}41 \,.\, \cos 15° = RI \,.\, 1{,}41 \,.\, 0{,}966 = 1{,}362 \,.\, RI;$$

Par suite

$$\frac{\text{Perte de tension dans le fil 3}}{\text{Perte de tension dans le fil 1}} = \frac{1{,}362}{0{,}365} = 3{,}73.$$

Considérons maintenant une ligne alimentant à son extrémité des moteurs correspondant à une puissance P à l'origine. Ces moteurs chargent également les trois sections, et produisent un décalage φ du courant par rapport à la tension au départ. Montons encore à l'extrémité d'une section quelconque (1 — 3), par exemple, des appareils récepteurs sans inductance ni capacité, et soit

$$P' = EJ$$

la puissance correspondante, à l'origine.

Appelons R_1, R_2, R_3 les résistances des conducteurs 1, 2, 3 de la ligne, et cherchons l'expression de la perte de tension dans chacune des trois sections.

Pour la section (1 — 3), on a :

Perte de tension dans le conducteur 1 :

$$R_1\frac{I}{\cos\varphi}\cos\left(\frac{\pi}{6}\varphi+\right) + R_1J;$$

Perte de tension dans le conducteur 3 :

$$R_3\frac{I}{\cos\varphi}\cos\left(\frac{\pi}{6}-\varphi\right) + R_3J;$$

Perte de tension dans la section (1 — 3) :

$$\varepsilon_1 = R_1\frac{I}{\cos\varphi}\cos\left(\frac{\pi}{6}+\varphi\right) + R_3\frac{I}{\cos\varphi}\cos\left(\frac{\pi}{6}-\varphi\right) + (R_1+R_3)J. \quad (1)$$

Pour la section (2 — 1), on a :

Perte de tension dans le conducteur 2 :

$$R_2\frac{I}{\cos\varphi}\cos\left(\frac{\pi}{6}+\varphi\right);$$

Perte de tension dans le conducteur 1 :

$$R_1\frac{I}{\cos\varphi}\cos\left(\frac{\pi}{6}-\varphi\right) + \frac{1}{2}R_1J;$$

Perte de tension dans la section (2 — 1) :

$$\varepsilon_2 = R_2 \frac{I}{\cos\varphi} \cos\left(\frac{\pi}{6} + \varphi\right) + R_1 \frac{I}{\cos\varphi} \cos\left(\frac{\pi}{6} - \varphi\right) + \frac{1}{2} R_1 J. \qquad (2)$$

Pour la section (3 — 2), on a :
Perte de tension dans le conducteur 3 :

$$R_3 \frac{I}{\cos\varphi} \cos\left(\frac{\pi}{6} + \varphi\right) + \frac{1}{2} R_3 J;$$

Perte de tension dans le conducteur 2 :

$$R_2 \frac{I}{\cos\varphi} \cos\left(\frac{\pi}{6} - \varphi\right);$$

Perte de tension dans la section (3 — 2) :

$$\varepsilon_3 = R_3 \frac{I}{\cos\varphi} \cos\left(\frac{\pi}{6} + \varphi\right) + R_2 \frac{I}{\cos\varphi} \cos\left(\frac{\pi}{6} - \varphi\right) + \frac{1}{2} R_3 J. \qquad (3)$$

Posons, pour simplifier les écritures :

$$\frac{I}{\cos\varphi} \cos\left(\frac{\pi}{6} + \varphi\right) = a; \qquad \frac{I}{\cos\varphi} \cos\left(\frac{\pi}{6} - \varphi\right) = b.$$

Les relations (1), (2) et (3) deviennent alors :

$$\varepsilon_1 = R_1 (a + J) + R_3 (b + J); \qquad (4)$$

$$\varepsilon_2 = R_2 a + R_1 \left(b + \frac{J}{2}\right); \qquad (5)$$

$$\varepsilon_3 = R_3 \left(a + \frac{J}{2}\right) + R_2 b. \qquad (6)$$

Déterminons les résistances R_1, R_2, R_3 de façon que les tensions à l'extrémité des trois sections soient égales. On devra avoir :

$$R_1 (a + J) + R_3 (b + J) = R_2 a + R_1 \left(b + \frac{J}{2}\right)$$

$$R_1 (a + J) + R_3 (b + J) = R_3 \left(a + \frac{J}{2}\right) + R_2 b.$$

ou

$$R_1 \left(a - b + \frac{J}{2}\right) + R_3 (b + J) - R_2 a = 0 \quad (7)$$

$$R_1 (a + J) - R_3 \left(a - b - \frac{J}{2}\right) - R_2 b = 0. \quad (8)$$

D'où l'on tire :

$$R_1 = R_2 \frac{a\left(a - b - \frac{J}{2}\right) + b(b + J)}{\left(a - b + \frac{J}{2}\right)\left(a - b - \frac{J}{2}\right) + (a + J)(b + J)} \qquad (9)$$

$$R_3 = R_2 \frac{-b\left(a - b + \frac{J}{2}\right) + a(a + J)}{\left(a - b + \frac{J}{2}\right)\left(a - b - \frac{J}{2}\right) + (a + J)(b + J)} \qquad (10)$$

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{b(b + J) + a\left(a - b - \frac{J}{2}\right)}{a(a + J) - b\left(a - b + \frac{J}{2}\right)}. \qquad (11)$$

En posant $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = e$, on déterminera la résistance R_2 à l'aide de la relation (5), par exemple :

$$e = R_2 a + R_1 \left(b + \frac{J}{2}\right) \qquad (5)$$

dans laquelle on remplacera R_1 par sa valeur en fonction de R_2.

Lorsque le décalage est nul, on a $a = b$, et (11) devient :

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{a^2 + a\frac{J}{2}}{a^2 + a\frac{J}{2}} = 1$$

c'est-à-dire que les conducteurs 1 et 3 devraient avoir même résistance.

Si l'on coupait les récepteurs absorbant le courant **J**, en laissant en fonctionnement les récepteurs à courant triphasé, les pertes de tension dans les trois sections seraient données par les relations (4), (5) et (6) dans lesquelles on ferait $J = 0$

$$\varepsilon_1 = R_1 a + R_3 b, \qquad (12)$$

$$\varepsilon_2 = R_2 a + R_1 b, \qquad (13)$$

$$\varepsilon_3 = R_3 a + R_2 b. \qquad (14)$$

Courants résultants dans les trois conducteurs. — Appelons i_1, i_2, i_3 les courants résultants dans les trois conducteurs. On a, d'après la figure 3 :

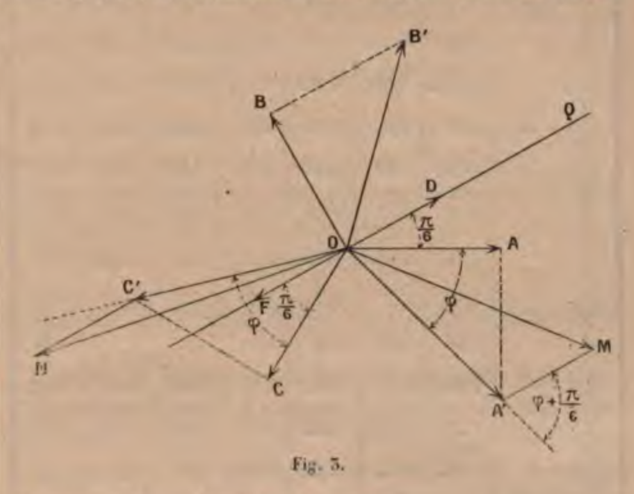


Fig. 3.

$$i_1^2 = \frac{I^2}{\cos^2\varphi} + J^2 + 2\frac{I}{\cos\varphi} J \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{6}\right) \quad (15)$$

$$i_2^2 = \frac{I^2}{\cos^2\varphi} \quad (16)$$

$$i_3^2 = \frac{I^2}{\cos^2\varphi} + J^2 + 2\frac{I}{\cos\varphi} J \cos\left(\varphi - \frac{\pi}{6}\right) \quad (17)$$

$$i_1^2 - i_3^2 = 2\frac{I}{\cos\varphi} J \left[\cos\left(\varphi + \frac{\pi}{6}\right) - \cos\left(\varphi - \frac{\pi}{6}\right)\right] \quad (18)$$

La relation (18) montre que les courants dans les conducteurs de la section mixte ont en général des valeurs différentes.

Si l'on admet $\varphi = \frac{\pi}{4}$, $\cos \varphi = 0,7$, on a :

$$\cos\left(\varphi + \frac{\pi}{6}\right) = \cos 75^\circ = 0,259$$

$$\cos\left(\varphi - \frac{\pi}{6}\right) = \cos 15^\circ = 0,966.$$

et les relations (15), (16), (17) et (18) deviennent, en divisant leurs deux membres par i_2^2 :

$$\frac{i_1^2}{i_2^2} = 1 + \frac{1}{2}\left(\frac{J}{I}\right)^2 + 0,56\frac{J}{I} \qquad (19)$$

$$\frac{i_3^2}{i_2^2} = 1 + \frac{1}{2}\left(\frac{J}{I}\right)^2 + 1,56\frac{J}{I} \qquad (20)$$

$$\frac{i_1^2}{i_2^2} - \frac{i_3^2}{i_2^2} = -\frac{J}{I}. \qquad (21)$$

Nous avons consigné dans le tableau ci-dessous les valeurs d'une série de quantités calculées au moyen des différentes relations que nous avons établies ci-dessus,

QUANTITÉS.	RAPPORT DE LA PUISSANCE DU COURANT ALTERNATIF A LA PUISSANCE DU COURANT TRIPHASÉ, A L'ORIGINE.						
	$\frac{1}{5}$.	$\frac{1}{4}$.	$\frac{1}{3}$.	$\frac{1}{2}$.	$\frac{2}{3}$.	$\frac{3}{4}$.	1.
$\frac{i_2}{I} = \frac{1}{\cos \varphi}$ . .	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
$\frac{J}{I}$	0,346	0,433	0,577	0,866	1,155	1,299	1,732
$\frac{J}{i_2}$	0,2454	0,307	0,409	0,614	0,819	0,921	1,228
$\frac{R_1}{R_2}$	0,87	0,84	0,79	0,71	0,634	0,59	0,52
$\frac{R_3}{R_2}$	0,633	0,57	0,48	0,34	0,25	0,21	0,14
$\frac{R_1}{R_3}$	1,38	1,47	1,66	2,06	2,53	2,98	3,74
$\frac{i_1}{i_2}$	1,089	1,122	1,174	1,3	1,41	1,523	1,77
$\frac{i_3}{i_2}$	1,258	1,3	1,4	1,4	1,8	1,9	2,2
$\frac{i_1}{i_3}$	0,88	0,86	0,84	0,81	0,8	0,8	0,8
$\frac{i_1^2}{i_2^2}$	1,186	1,252	1,378	1,69	2,08	2,32	3,134
$\frac{i_3^2}{i_2^2}$	1,532	1,686	1,953	2,56	3,245	3,61	4,86
$\frac{i_1^2}{i_3^2}$	0,774	0,743	0,705	0,66	0,64	0,64	0,64
$\frac{i_1^2 + i_2^2 + i_3^2}{3 i_2^2}$.	1,24	1,31	1,44	1,75	1,77	2,31	3,0
$\frac{R_1 i_1^2}{R_2 i_2^2}$	1,03	1,05	1,09	1,20	1,32	1,37	1,63
$\frac{R_3 i_3^2}{R_2 i_2^2}$	0,97	0,96	0,93	0,87	0,81	0,76	0,68
$\frac{R_1 i_1^2}{R_3 i_3^2}$	1,06	1,09	1,16	1,38	1,63	1,80	2,4

dans l'hypothèse $\varphi = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$, et dans les cas où la puissance initiale du courant alternatif est égale à $\frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}$ et à la totalité de la puissance du courant triphasé à l'origine.

Les lignes horizontales 15 et 16 renferment les rapports des pertes de puissance par effet Joule dans les conducteurs de la section mixte à la perte de puissance dans le conducteur 2, la ligne étant établie de façon que les pertes de tension dans les trois sections soient égales. On peut, à l'aide de ces nombres, déterminer dans chaque cas le rendement en puissance de la ligne.

Les relations (12), (13) et (14) permettent de calculer les tensions à l'extrémité des trois sections de la ligne, et par suite les écarts de tension dans ces trois sections, dans le cas le plus défavorable où l'on couperait tous les récepteurs à courant alternatif, en laissant en activité tous les récepteurs à courant triphasé.

Cas d'une génératrice. — Lorsqu'on établit une machine mixte pour courant triphasé et courant alternatif, on est conduit à adopter les trois sections de l'enroulement identiques, par les considérations suivantes :

1° Il est plus simple de faire identiques toutes les parties de l'enroulement;

2° Les différents éléments actifs de l'enroulement sont le plus souvent logés dans des cannelures du noyau toutes de même section. Si donc on réduisait la section des conducteurs moins chargés, il en résulterait une perte de place dans les cannelures, et on serait obligé d'augmenter l'épaisseur des cales destinées à maintenir l'enroulement. On économiserait de la sorte un certain poids de cuivre, mais on tendrait à accroître par cela même la perte en watts dans l'induit : on réduirait donc la puissance de la machine;

3° Les deux bornes sur lesquelles devrait être pris le courant alternatif seraient parfaitement déterminées, *ainsi que le sens de rotation de la machine.*

Cas d'un transformateur. — La plupart des considérations ci-dessus s'appliquent aux transformateurs dont les bobines ont un espace disponible déterminé pour l'enroulement.

Si donc nous voulons appliquer la théorie précédente à un générateur primaire ou secondaire, nous considérerons donc les trois sections de l'enroulement comme ayant même résistance, R^2 par exemple.

Exemple I. — Soit une machine montée en étoile, capable de produire 100 kilowatts *apparents* comme génératrice de courant triphasé, devant alimenter une ligne mixte à courant triphasé et à courant alternatif. Les $\frac{2}{3}$ de la puissance aux bornes doivent être transmis à des moteurs avec un retard de phase défini par $\cos \varphi = 0,7$, et le troisième tiers à des lampes à incandescence. Quelle est la puissance réelle que pourra fournir la machine?

On voit tout d'abord que le problème correspond au quatrième cas de notre tableau, le rapport de la puissance du courant alternatif à celle du courant triphasé, à l'origine, étant égal à $\frac{1}{2}$; nous avons donc :

$$\frac{J}{I} = 0,866 \quad \text{et} \quad \frac{J}{i_2} = 0,614.$$

Si i_2 était égal au courant normal que fournit chaque section de la machine produisant 100 kilowatts apparents sous forme de courant triphasé, le nombre 1,75 inscrit à l'intersection de la colonne verticale 5 et de la ligne horizontale 13 nous indiquerait que la puissance totale en watts dégagée dans l'enroulement serait de 75 pour 100 supérieure à la valeur normale. Si donc nous nous imposons un même échauffement de l'induit dans les deux cas, nous devons réduire les carrés i_1^2, i_2^2, i_3^2 des courants dans le rapport :

$$\frac{1}{1,75} = 0,5714.$$

Il faudra donc multiplier les courants i_1, i_2, i_3 par

$$\sqrt{0,5714} = 0,75.$$

La puissance réelle du courant triphasé sera donc

$$100 \times 0,75 \times 0,7 = 52,5 \text{ kilowatts}$$

et la puissance du courant alternatif

$$\frac{1}{2} 52,5 = 26,25 \text{ kilowatts.}$$

La puissance totale disponible aux bornes est donc :

$$52,5 + 26,25 = 78,75 \text{ kilowatts.}$$

Les quantités de chaleurs dégagées dans les trois sections de l'enroulement rapportées à la quantité $R_2 i_2^2$ développée dans chaque section de la machine produisant 100 kilowatts apparents sous forme de courant triphasé, pour le montage mixte, sont :

Pour le conducteur 1 :

$$1,69 \times 0,5714 = 0,966;$$

Pour le conducteur 2 :

$$1,00 \times 0,5714 + 0,571;$$

Pour le conducteur 3 :

$$2,56 \times 0,5714 = 1,463.$$

Si on répartissait les lampes uniformément entre les trois sections, on aurait un angle de décalage résultant φ' défini par

$$\text{tg } \varphi' = \frac{2}{3}.$$

D'où

$$\varphi' = 33°40' \quad \cos \varphi' = 0,832.$$

La puissance utilisable de la machine serait alors

$$100 \times 0,832 = 83,2 \text{ kilowatts.}$$

Exemple II. — Soit un transformateur à courant triphasé de 100 kilowatts aux bornes secondaires, monté en étoile. Quelle puissance réelle peut-il fournir, celle-ci devant être distribuée dans le rapport de $\frac{2}{3}$ à des moteurs, et de $\frac{1}{3}$ à des lampes à incandescence?

Ce problème diffère un peu du précédent. En effet, chacune des trois colonnes peut être considérée comme un transformateur dont la surface refroidissante est déterminée de façon à disperser le tiers de la chaleur totale dégagée dans le transformateur produisant 100 kw uniformément répartis entre les trois sections. Dans le cas actuel les pertes dans le fer restent les mêmes dans les trois colonnes; la perte $R_3 i_3^2$ dans la section la plus chargée devra donc être égale à la perte normale $R_2 i_2^2$.

Si nous conservons le courant i_2 dans la section 2, la perte de puissance dans le troisième enroulement serait (ligne 11) $2,56 \,.\, R_2 i_2^2$. Nous devons donc réduire i_3^2 dans le rapport

$$\frac{1}{2,56} = 0,39.$$

Les carrés des courants i_1 et i_2 seront par suite réduits dans le même rapport. On aura donc
$i'^2_1 = 0,39 \,.\, 1,69 \,.\, i_2^2 = 0,66 \,.\, i_2^2$; $i'^2_3 = i_2^2$; $i'^2_2 = 0,39 \,.\, i_2^2$.

Les courants dans les trois enroulements devront donc être multipliés par

$$\sqrt{0.39} = 0,625.$$

La puissance réelle du courant triphasé sera, par suite,

$$100 \times 0,625 \times 0,7 = 43,75 \text{ kw}$$

et la puissance réelle du courant alternatif

$$\frac{1}{2} 43,75 = 21,875 \text{ kw.}$$

La puissance réelle du transformateur dans ces conditions de fonctionnement sera donc de 65,625 kw.

Si on distribuait les lampes uniformément sur les trois sections, on aurait comme plus haut

$$\cos \varphi' = 0,832$$

et la puissance réelle utilisable du transformateur serait de 83,2 kw.

L'emploi de transformateurs à courant triphasé desservant simultanément les moteurs et les lampes serait donc peu avantageux dans ce cas. Il serait à recommander, au point de vue de la bonne utilisation du matériel, d'employer, toutes les fois qu'il serait possible, des transformateurs à courant triphasé desservant spécialement les moteurs, et des transformateurs à courant alternatif simple alimentant les lampes. Le coefficient d'utilisation de l'ensemble des transformateurs serait alors

$$\frac{3}{2} \times 0,7 + \frac{1}{3} = 0,8 \text{ soit 80 pour 100.}$$

Remarque. — Nous avons négligé, dans ces applications, la différence, en général faible, entre l'angle de décalage à l'extrémité de la ligne et celui aux bornes des génératrices.

J. Rodet,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

A L'EXPOSITION NATIONALE SUISSE DE GENÈVE, 1896

(SUITE[1].)

Encore un point relatif à l'excitation des commutatrices : si on diminue le courant d'excitation en dessous d'une certaine valeur, le champ magnétique de la machine devient trop faible et le synchronisme ne se maintient pas, autrement dit, la commutatrice se décroche de même qu'un moteur synchrone surchargé.

Le démarrage d'une commutatrice de courant alternatif simple en courant continu, par du courant alternatif, présente les mêmes difficultés que le démarrage des moteurs asynchrones de grande puissance ; il faut alors avoir recours aux mêmes artifices; le plus simple est toujours de faire démarrer une commutatrice à l'aide du courant continu.

Si nous revenons à la question de la réaction produite par le démarrage d'une commutatrice sur le reste du réseau, nous remarquerons que l'on peut atténuer ces effets de réaction de plusieurs manières : pour les machines de petite puissance, on emploiera les dispositions adoptées pour les moteurs asynchrones de même puissance; pour ne pas mettre en court-circuit le courant alternatif simple ou polyphasé sur le moteur, on intercalera entre ledit moteur ou l'induit de la commutatrice et le générateur une résistance variable que l'on retirera du circuit au fur et à mesure que le synchronisme approchera de manière à démarrer, à intensité presque constante.

Pour la commutatrice de l'éclairage de l'Exposition (100 kw) la résistance de démarrage est une résistance hydraulique variable; sur chacun des quatre câbles conducteurs du courant diphasé sont intercalées deux auges métalliques auxquelles sont reliés les deux segments du câble ainsi coupé; elle ssont remplies d'une solution saline (sel de cuisine ou carbonate de soude). Une lamelle de cuivre plonge dans chacune des auges et ces deux lamelles reliées entre elles métalliquement ferment ainsi la partie du circuit constituée par le conducteur. Au départ, toutes les lamelles sont hors des auges correspondantes, puis abaissées graduellement, leurs pointes arrivent en contact avec le liquide, et les circuits livrent passage aux différents courants, mais la résistance opposée par les bains salins est considérable, et diminue à mesure que les plaques sont abaissées et avant qu'elles viennent buter contre le fond des auges, un taquet les arrête et fait court-circuit en retirant complètement l'appareil à résistance alors que le synchronisme est atteint depuis longtemps par la machine. Un appareil semblable est efficace pour le démarrage de machines jusqu'à 50 kw environ ; dans tous les cas, il est insuffisant pour des machines de 100 kw, comme on a pu en juger à l'Exposition, ce qui obligeait à effectuer le démarrage en dehors des heures de service pour ne pas déranger les clients des autres parties du réseau.

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, du 10 octobre 1896, n° 115, p. 437.

Pour des machines de cette puissance et à partir de 50 kw déjà, il faut faire usage des transformateurs de démarrage dont il a été question plus haut et qui permettent d'opérer le démarrage à l'aide d'une puissance très réduite. Ces appareils, qui fonctionnent à Genève, tant à la station d'éclairage (trois commutatrices de 100 kw, 2×110 volts continu) qu'à la station des tramways (deux commutatrices de 150 kw, 600 volts continu) où les différentes commutatrices qui s'y trouvent sont également alimentées de courant alternatif diphasé, provenant de l'usine de Chèvres, seront décrits dans un article ultérieur.

Le sens de rotation d'une commutatrice alimentée par des courants alternatifs dépend naturellement des connexions aux sources de ce courant, sauf pour le courant simple; la machine tourne dans ce cas, comme l'on sait, dans le sens où elle a reçu son impulsion initiale (mécaniquement ou électriquement).

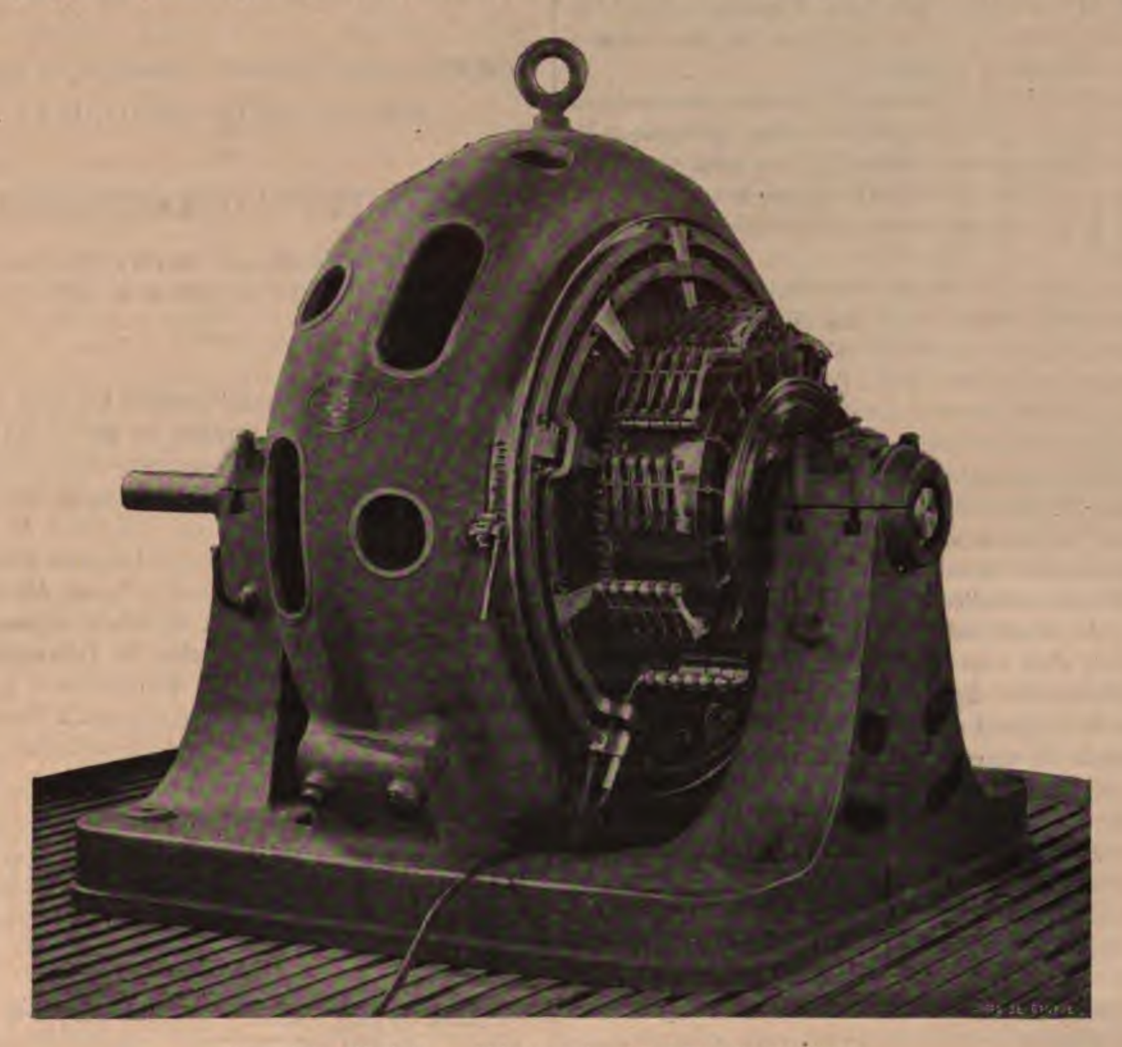
Nos expériences nous ont convaincu que le type de génératrice de courant continu convenant le mieux pour en faire une commutatrice est celui à induit enroulé en tambour et excitation multipolaire produite par une ou plusieurs bobines.

La commutatrice à l'Exposition est précisément de ce dernier type : induit en tambour, à enroulement en série, imbriqué système Alioth, excitation à dix pôles embrassant l'unique bobine d'excitation; le collecteur en cuivre comporte donc $10 \times 18 = 180$ lamelles et dix balais en charbon; chaque balai se compose d'ailleurs, de façon à occuper toute la largeur du collecteur, de cinq porte-balais en aluminium. Nous donnons une reproduction de ladite machine vue du collecteur, les quatre bagues étant cachées se trouvent de l'autre côté de la machine. Quatre machines semblables fonctionnent à Rouen tant comme génératrices que comme commutatrices dans les installations de la « *Société Normande d'Électricité* » de Rouen. La machine, ayant dix pôles, fera 540 tours à la minute, à 45 périodes par seconde, ce qui donne un maximum de vitesse périphérique de près de 30 m par seconde. Cette grande vitesse n'a jamais présenté aucun inconvénient.

Cinq des vingt-cinq séries de lampes à courant continu, de 12 ampères devant fonctionner toute la nuit comme éclairage de garde (12 lampes dans la salle des machines, 8 lampes aux points extérieurs principaux) et pour éviter d'être obligé de laisser fonctionner la commutatrice toute la nuit pour ce débit relativement faible, il était avantageux d'avoir à sa disposition une batterie d'accumulateurs alimentant ces lampes de garde.

Accumulateurs. — Aux types d'accumulateurs Tudor et Pollak employés jusqu'ici presque exclusivement par les maisons suisses est venu s'ajouter dernièrement un troisième type connu sous le nom de Theryc-Oblasser, exploité

par la nouvelle fabrique d'accumulateurs *Germano-suisse* installée à Fribourg depuis bientôt une année. Comme son nom l'indique, la Société a pour principaux champs d'exploitation l'Allemagne et la Suisse. Une autre Société exploite le même brevet en France et le Lloyd en Autriche-Hongrie. Les principales qualités de ces accumulateurs sont, après leur bon marché, leur légèreté et leur ténacité qui ressort du mode de construction. En effet, chaque plaque tant positive que négative est renfermée dans un étui de celluloïd perforé d'une multitude de petits orifices et la matière active est ainsi forcément retenue dans les alvéoles du treillis de plomb constituant le squelette de la plaque. Dans ces conditions il est clair que le volume, par conséquent le poids aussi du treillis de la plaque, peut être réduit jusqu'aux limites imposées par la conductibilité de l'appareil. Enfin, la présence de l'étui rend la plaque plus robuste tant au point de vue des chocs mécaniques qu'à celui des variations de charge



Commutatrice Alioth W_4. — Diphasé, continu, 185 et 250 volts. Type 100 kw.

et décharge brusques et la multiplicité des orifices de l'étui permet d'atteindre ce but sans créer de nouvelles résistances au passage du courant.

Pour les batteries fixes une autre cause de diminution de poids est le fait que les boîtes de bois tapissées de feuilles de plomb des batteries ordinaires sont remplacées par des châssis de bois fermés par des feuilles de celluloïd. Pour les batteries mobiles seulement, ce système n'est pas admissible, vu l'inflammabilité du celluloïd, et l'on a alors recours à l'ébonite ou même de nouveau au plomb. Quant au celluloïd des étuis, elle ne peut brûler dans aucun cas, puisque ceux-ci plongent entièrement dans l'eau acidulée. Une cause d'incendie pourrait être occasionnée, dans une batterie mobile, par une rupture de conexions par suite de mouvements brusques, rupture qui pourrait alors facilement produire des étincelles.

La Société Germano-Suisse a mis une batterie semblable fixe à la disposition de l'Exposition. La tension employée étant de 240 volts, il a été installé une batterie de 140 éléments montés sur dix tables de bois paraffiné, par séries de sept, chaque table comportant deux séries. Sur la demande des constructeurs il a été installé entre chaque table un commutateur permettant d'isoler instantanément la table précédente en cas de besoin.

Les deux dernières tables servent au réglage et sont commandées à cet effet par un appareil inséreur d'éléments avec levier de charge et levier de décharge, chaque touche de l'appareil correspondant à deux éléments de la batterie.

Si l'on compte, au commencement de la charge, une force électromotrice de deux volts par élément, et, à la fin de la charge, de 2,9 à 3 volts, on voit qu'il faut une force électromotrice de charge variable de 280 volts à près de 420 volts. Mais nous avons vu que la tension de la commutatrice devant servir à la charge de cette batterie est constamment de 250 volts.

Il fallait donc, pour résoudre la question, avoir recours à un survolteur entraîné par un moteur quelconque et dont le collecteur était relié en série avec celui de la commutatrice. A vitesse constante la tension de cette machine est, en gros, proportionnelle à l'excitation de la même machine.

Entre les leviers de charge et de décharge de l'appareil inséreur de la batterie existe une différence de potentiel justement égale au nombre de volts dont la tension de la commutatrice doit être élevée. Cette différence de potentiel augmente au fur et à mesure de la charge; en amenant entre les deux leviers l'excitation du survolteur, on l'augmentait automatiquement et peu à peu pendant toute la charge des quantités exigées par le survoltage. C'est ce qui avait été projeté mais n'a pu être exécuté parce que, au moment de la première charge, la force électromotrice de la batterie nouvellement remplie d'acide était nulle ou à peu près, et que celle des éléments reliés aux deux leviers était, dans tous les cas, insuffisante pour produire l'excitation voulue. Après la première charge il n'y aurait pas eu de difficulté pour combiner la chose ainsi, mais l'excitation du survolteur est restée maintenant comme elle avait été faite pour la première charge et continue à être alimentée par le collecteur même de la commutatrice à travers des résistances suffisantes pour absorber les 250 volts qui sont de trop.

Le moteur choisi pour entraîner le survolteur, et c'est là le côté le plus original de l'installation, a été la commutatrice elle-même dont l'arbre a été prolongé à l'effet de recevoir la poulie et la courroie nécessaires pour cela (voir la figure).

La charge de la batterie s'effectue ainsi à 150 ampères, qui lui sont conduits à travers un appareil disjoncteur empêchant tout accident qui pourrait provenir de retour de courant, fausse polarité, etc.

La capacité de la batterie, dont chaque élément pèse 75 kg, est de 2000 ampères-heure à la décharge de 60 ampères. Malheureusement l'occasion ne s'est pas présentée de faire des mesures de rendement, mais celui-ci doit être excellent, autant qu'on peut en juger en gros.

Pour ce qui est de la qualité industrielle de cette batterie, on peut dire qu'elle s'est bien maintenue depuis près de six mois qu'elle fonctionne chaque nuit, pendant toute la nuit, à 60 ampères; il lui est même arrivé plusieurs fois de devoir produire l'éclairage de fête total et celui de garde pour deux nuits consécutives. Il sera, dans tous les cas, des plus intéressants de constater de plus près l'état de cette batterie, lors de son démontage.

Nous avons la persuasion que cet examen ne lui sera que favorable et confirmera la bonne opinion que nous avons d'elle.

(*A suivre.*) R. B. RITTER.

INFLUENCE DE LA FORME DES COURBES DE LA TENSION SUR LES PERTES DANS LE FER DES TRANSFORMATEURS A COURANTS ALTERNATIFS

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES DE MM. STANLEY BEETON C. PERCY TAYLOR ET JAMES MARK BARR (1)

Les auteurs ont déterminé pendant les mois de mai, juin et juillet de l'année dernière les pertes dans le fer d'un transformateur de Tesla, construit pour une puissance de 3 kilowatts et pour une tension primaire effective de 50 volts, et cela pour 8 courbes différentes de la tension parmi lesquelles il s'en trouvait de très anormales. Ces formes des courbes de tension furent déterminées par la méthode bien connue, en reliant au moyen du disque de Joubert fixé sur l'arbre de l'alternateur les bornes du transformateur à un électromètre à quadrant de Ayrton et Mather à un moment déterminé. Un condensateur était placé en parallèle avec l'électromètre afin de

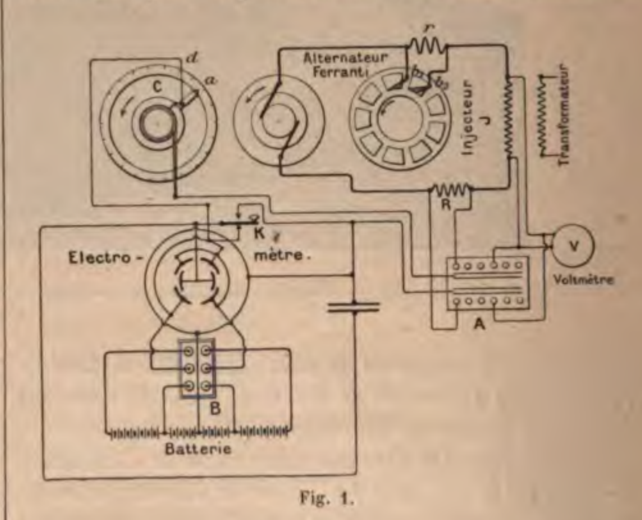


Fig. 1.

diminuer l'amplitude des déviations. Ce condensateur pouvait être mis en court-circuit et déchargé après chaque opération au moyen d'une clef K (fig. 1).

(1) Résumé d'une communication faite devant *The Institution of Electrical Engineers*, de Londres, le 14 mai 1896.

La forme de la courbe représentative du courant fut également déterminée en recherchant l'allure de la courbe de la tension entre les deux bornes d'une résistance non inductive R placée avant le transformateur.

Un commutateur A formé par un morceau de paraffine dans lequel étaient creusés 12 petits godets et 2 excavations allongées que l'on remplissait de mercure, permettait de relier l'électromètre et le disque de Joubert, soit aux bornes de la résistance R, soit à celles du transformateur. A cet effet, le fil du disque et celui de l'électromètre venaient aboutir dans les deux excavations allongées et 4 étriers placés comme l'indique la figure établissaient les jonctions nécessaires. Comme la valeur du courant primaire du transformateur n'était que 3 ampères et que la résistance R était égale à 4,15 ohms, la valeur effective de la tension aux bornes de cette dernière était $4{,}15 \times 3 = 12{,}45$ volts tandis qu'aux bornes du transformateur on avait 50 volts. Il était donc nécessaire, pour effectuer la mesure de la tension et celle du courant, de donner 2 sensibilités différentes à l'électromètre. Les quadrants de l'appareil furent chargés au moyen d'une batterie de 6 accumulateurs pour obtenir la première sensibilité, tandis que pour la seconde on les chargeait au moyen d'une autre batterie de 30 éléments. La commutation s'effectuait à l'aide d'un appareil B dont le fonctionnement s'explique par la simple inspection de la figure 1. Les bornes pour lesquelles on désirait déterminer la différence de potentiel partaient des conducteurs aboutissant respectivement à l'aiguille et au socle (terre) de l'électromètre. Le milieu de la batterie des accumulateurs chargeant les quadrants était également relié au socle du même appareil. Les déviations sont proportionnelles aux différences de potentiel que l'on veut connaître.

La façon dont les huit différentes courbes de la tension ont été engendrées nous paraît être intéressante et elle n'est pas sans importance pour ceux qui entreprendront plus tard des recherches analogues. La machine génératrice employée à cet effet était une dynamo Ferranti qui donnait des ondes parfaitement sinusoïdales. La déformation des courbes dont nous nous occupons a été obtenue au moyen d'un appareil spécial auquel son inventeur a donné le nom « d'injecteur » et dont le fonctionnement consiste en principe à intercaler à un moment que l'on peut choisir et pendant un temps variable de la période, dans le circuit du transformateur une résistance ou un condensateur, qui est retiré ou mis en court-circuit ensuite, de manière à ne plus influencer la tension aux bornes.

A cet effet un disque calé sur l'arbre de la dynamo porte sur une de ses faces un nombre de plots métalliques égal à celui des demi-périodes qui sont effectuées pendant un tour complet de la dynamo. Ces plots sont placés les uns à côté des autres sur un cercle et sont isolés entre eux.

Deux balais b_1 et b_2 frottent sur ces contacts et sont reliés aux bornes d'une résistance r. Aussi longtemps que les deux balais sont en contact avec le même plat, la résistance est en court-circuit, mais aussitôt qu'ils s'appliquent sur des plats différents, cette résistance entre en jeu. En réglant l'écartement des balais et la résistance on peut évidemment réduire la tension aux bornes du transformateur pendant une partie quelconque de la période.

Si l'on veut cependant maintenir la valeur efficace de la tension aux bornes du transformateur, on est obligé de faire varier à l'aide du régulateur de champ celle de la dynamo. La valeur de cette tension aux bornes du premier appareil était contrôlée pendant la durée des essais par un voltmètre électrostatique étalonné pour des valeurs efficaces. Les formes des différentes courbes obtenues à l'aide de l'appareil décrit plus haut, ne pouvaient être simples, car elles étaient influencées tout d'abord par la résistance r de cet instrument et ensuite par la résistance R intercalée pour la mesure du courant, résistance qui produit une chute de tension dépendant du courant principal qui n'est pas en phase et qui n'a pas la même allure que les courbes des différences de potentiel aux bornes de la génératrice et entre celles du transformateur. C'est pourquoi parmi les huit courbes différentes, quatre présentent deux valeurs maxima, l'une d'elles est très pointue, tandis que les trois autres sont aplaties et possèdent dans les environs des valeurs maxima deux selles arrondies séparées par une inflexion plus ou moins prononcée. Des quatre autres, deux sont presque sinusoïdales, tandis que les deux dernières, qui sont infléchies latéralement, sont, par cela même, plus pointues et plus dissymétriques.

Dans toutes les expériences le nombre des périodes par seconde du courant alternatif était égal à 100. L'enroulement secondaire du transformateur était toujours ouvert.

La perte de tension et la perte de puissance dans l'enroulement étaient absolument négligeables en comparaison de la puissance absorbée qui était de 100 watts, car la résistance de l'enroulement primaire était de 0,016 ohm et le courant de la marche à vide variant entre 2,5 et 3 ampères. C'est pour cette raison que la courbe $E_p \cdot J$ qui est tirée des deux courbes E_p et J donne directement la perte dans le fer. E_p représente alors la variation par rapport au temps de la force électromotrice induite dans l'enroulement primaire du transformateur par les oscillations du flux magnétique. Si l'on désigne par n le nombre des spires de l'enroulement, par S la section du fer, par $\mathfrak{B}$ l'induction magnétique et par t le temps, on aura :

$$E_p = nS \frac{d\mathfrak{B}}{dt}, \qquad (1)$$

et

$$\mathfrak{B} = \frac{1}{nS} \int E_p \cdot dt. \qquad (2)$$

En mesurant à l'aide du planimètre plusieurs parties différentes de la surface comprise entre la courbe de E_p et l'axe des temps, on pouvait déterminer l'allure de $\mathfrak{B}$ par

rapport au temps. On voit par la première équation que les maxima de $\mathfrak{B}$ doivent être portées sur les ordonnées pour lesquelles E_p s'annule. Les courbes des inductions B qui ont été dessinées par les auteurs, s'approchent beaucoup de la sinusoïde; une seule d'entre elles, celle qui correspond à la courbe allongée et pointue de la tension (dans laquelle les hautes valeurs de E_p nécessitent une augmentation rapide de l'induction) en diffère assez.

C'est de toutes ces courbes $\mathfrak{B}$ que les auteurs ont tiré les différentes valeurs de $\mathfrak{B}_{max}$. Lorsque le nombre des périodes et le volume du fer sont donnés, la perte causée par la variation de l'aimantation dépend seulement de la grandeur de $\mathfrak{B}_{max}$. Steinmetz a été le premier à s'en apercevoir et c'est maintenant une chose admise par tout le monde. Dans le cas qui nous occupe, cette perte dans le fer était immédiatement déterminée par l'ordonnée moyenne de la courbe $E_p . J$, et c'est cette perte qui, portée successivement en fonction des valeurs correspondantes de $\mathfrak{B}_{max}$, qui donnait la courbe parabolique bien connue, augmentant toujours plus vite avec les valeurs grandissantes de $\mathfrak{B}_{max}$. Afin de séparer les pertes par hystérésis de celles qui sont causées par les courants parasites, les auteurs déterminèrent avec le fer du transformateur et au moyen du galvanomètre balistique quelques courbes d'aimantation et de désaimantation pour des valeurs différentes de $\mathfrak{B}_{max}$ et en tirèrent les pertes par hystérésis correspondantes à ces valeurs de l'induction maxima. En soustrayant la perte par hystérésis de la perte totale (moyenne de J, E_p) on obtenait aussi celle qui provenait des courants parasites.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus par les méthodes ci-dessus pour les huit différentes courbes de la tension :

DÉSIGNATION DES COURBES.	VALEURS EFFICACES DE E_p EN VOLTS.	$\mathfrak{B}_{max}$	PERTES DANS LE FER EN WATTS.		
			HYSTÉRÉSIS.	COURANTS PARASITES.	PERTES TOTALES.
A.	50	2350	61,0	32,5	93,5
B.	50	2420	63,0	32,5	95,5
C.	50	2560	67,0	30,0	97,0
D.	50	2570	67,5	33,0	100,5
E.	50	2720	73,0	33,0	106,0
F.	50	2850	79,0	33,0	112,0
G.	50	2830	78,0	35,0	113,0
H.	50	2900	82,0	32,5	114,5

La première colonne du tableau contient les huit courbes expérimentées qui sont désignées par les huit premières lettres de l'alphabet, la seconde donne les valeurs de la tension aux bornes du transformateur. Cette tension est partout de 50 volts, cependant les courbes E_p donnèrent toutes comme valeurs efficaces des nombres inférieurs variant entre 49,8 volts (courbe B) et 48,1 volts (courbes F et H). Les grandeurs contenues dans les autres colonnes ont dû en conséquence être ramenées à la tension efficace de 50 volts. La troisième colonne donne les valeurs de l'induction maxima obtenues en corrigeant dans le rapport de 50 à la tension véritable, les grandeurs obtenues dans les courbures de $\mathfrak{B}$. La quatrième rangée indique les pertes par hystérésis obtenues pour les valeurs de B_{max} dans la courbe qui donne la perte par hystérésis en fonction de la valeur de $\mathfrak{B}_{max}$, courbe qui a été relevée pour le fer du transformateur en question, comme nous l'avons dit ci-dessus, par la méthode balistique. La colonne suivante donne les valeurs de la perte provenant des courants parasites seuls. Cette perte a été obtenue par soustraction de celle causée par l'hystérésis de la perte totale. La correction qui a été apportée à ces valeurs est basée sur le fait que la perte que provoquent les courants parasites augmente avec le carré de leur force électromotrice et que cette dernière augmente aussi avec le carré de l'induction maxima existante; les valeurs trouvées par les méthodes décrites précédemment furent donc augmentées proportionnellement au carré du rapport des valeurs corrigées et mesurées de $\mathfrak{B}_{max}$. Enfin la colonne sixième donne la perte totale comme somme des deux valeurs précédentes.

Les auteurs tirent de leurs recherches les conclusions suivantes :

1° Lorsque la valeur efficace de la tension aux bornes employée, et la surface limitée par la courbe représentant la variation par rapport au temps de cette tension et l'axe des temps sont constantes, les pertes dans le fer sont les mêmes, quelle que soit la forme de la courbe.

2° Lorsque la valeur efficace de la tension E_p est constante pour plusieurs courbes différentes dont les surfaces ne sont pas égales, la perte totale dans le fer ne doit varier que de quantités dépendant seulement de la surface de la courbe de la tension correspondante.

3° Qu'enfin la perte causée par les courants parasites dépend seulement de la grandeur de la tension efficace, mais non pas de la forme de la courbe représentant la variation de cette tension par rapport au temps.

La dernière de ces conclusions se vérifie immédiatement à l'aide du tableau, tandis que les deux premières se déduisent de l'équation (1). Puisque, d'après cette équation, les valeurs maxima de $\mathfrak{B}$ se produisent en même temps que la tension E passe par zéro, on en déduit, en désignant par $\frac{T}{2}$ la durée d'une demi-période, que :

$$\int_{-B_{max}}^{+B_{max}} d\mathfrak{B} = \frac{1}{n \, . \, S} \int_{0}^{\frac{T}{2}} E_p \, . \, dt$$

ou

$$\mathfrak{B}_{max} = \frac{1}{2n \, . \, S} \cdot F$$

car l'intégrale de droite représente bien la surface F de la courbe de la tension. Pour une valeur constante de F la valeur correspondante de $\mathfrak{B}_{max}$ est aussi constante. Mais puisque, d'après la loi de Steinmetz, les pertes dans le fer dépendent exclusivement de $\mathfrak{B}_{max}$, ces pertes doivent être constantes et dépendantes de F seulement. Les con-

clusions 1 et 2 sont donc justes. Les résultats des essais sont du reste concluants à cet égard, car si l'on mesure au planimètre les huit courbes employées et que l'on porte les pertes totales dans le fer en fonction des surfaces *F*, on obtient une courbe représentée par la figure 2, dont les abscisses ne sont cependant pas les surfaces *F*,

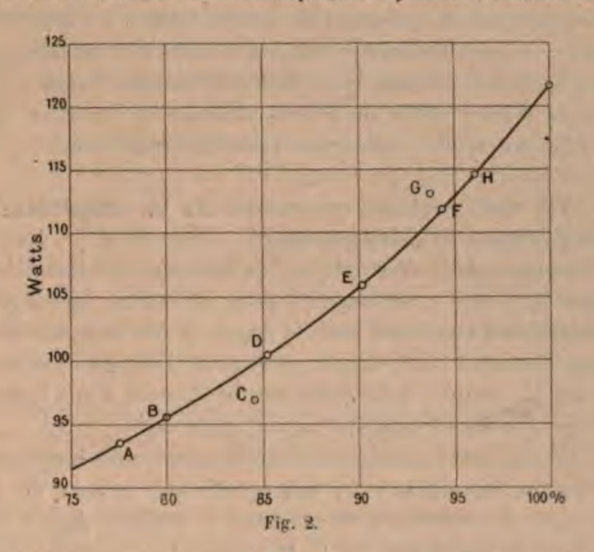
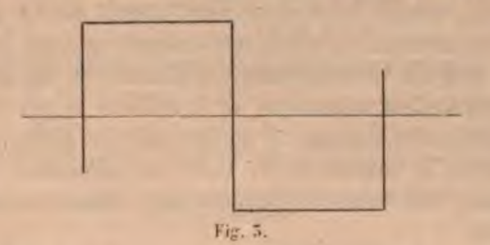


Fig. 2.

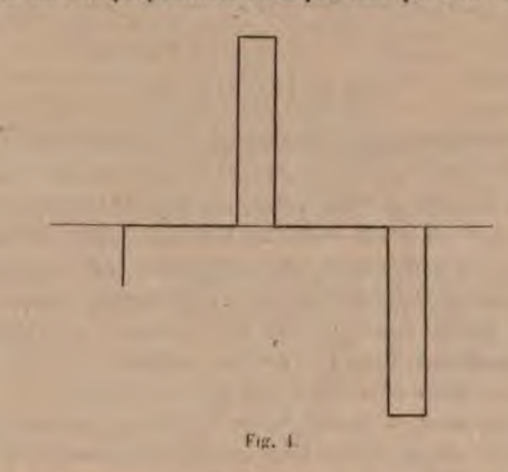
mais le rapport en pour 100 qu'elles ont avec la surface maxima possible pour une tension efficace de 50 volts. Cette surface maxima se trouve réalisée par une onde rectangulaire (fig. 3), et l'on a dans ce cas $\mathfrak{B}_{max} = 3020$. La perte par hystérésis = 88 watts et la perte totale se monte à 121 watts. La courbe H donne des résultats qui s'approchent beaucoup de ces valeurs.

Lorsque la surface *F* est petite, la perte dans le fer est aussi petite. Il est vrai que l'on ne peut pas diminuer sensiblement la surface *F* sans augmenter beaucoup quelques ordonnées, si la valeur efficace de la tension est donnée. Si, par exemple, on donne à $E_{p\,max}$ une valeur double de celle de la figure 3, on est obligé de donner à


Fig. 3.

la courbe de la tension la forme représentée par la figure 4, pour garder la même valeur efficace de E_p dans le cas de la figure 3. Mais la surface de cette nouvelle courbe est seulement la moitié de la première, et les pertes dont nous nous occupons sont également réduites dans la même proportion.

On en déduit que l'emploi de courbes de tension allongées et pointues est très avantageux au point de vue des pertes dans le fer. Les recherches précédentes, dont les résultats composent le tableau ci-dessus, donnèrent sous ce rapport, pour les courbes A et H, une différence de 22,5 pour 100. La courbe A s'approche donc de la forme donnée par la figure 4, tandis que la courbe H a une allure semblable à la figure 3. Comme les chiffres trouvés par la perte totale ne représentent pas autre chose que la perte à vide du transformateur, on voit que ces différences sont d'une importance économique capitale et doivent jouer un rôle prépondérant chaque fois que l'on étudiera


Fig. 4.

des installations de transformateurs. Les courbes de tensions pointues sont tout indiquées dans l'emploi de grands transformateurs auxquels on arrive difficilement à donner des surfaces de refroidissement suffisantes.

Pour la valeur efficace du courant à vide, les auteurs trouvèrent avec surprise que ce courant augmentait tout d'abord avec la surface, et qu'ensuite cette surface augmentant toujours, il se mettait à diminuer. Ce courant prenait donc une valeur maxima pour une valeur déterminée de la surface *F*. L'explication de ce phénomène inattendu n'a pu être donnée.

Les auteurs disent encore que les formes de leurs courbes étaient trop compliquées pour pouvoir être représentées par une série de Fourier ayant peu de termes. Trois termes ne suffisaient pas. On emploiera donc la méthode qui consiste à modifier les courbes au moyen de l' « injecteur » dans les cas où l'on désire compliquer beaucoup l'allure de ces courbes, de préférence à la méthode qui combine plusieurs courbes sinusoïdales.

Lorsque l'on décomposera une courbe de tension donnée en courbes sinusoïdales et qu'on voudra se servir de ces dernières pour effectuer d'autres calculs, on devra observer que les valeurs efficaces dépendent de l'amplitude seule des termes *sinus*, mais que les surfaces des courbes sont fortement influencées par le décalage.

C. B.

La fabrication industrielle du carbure de calcium. — *Nous préparons une étude sur cette question et prions nos lecteurs de vouloir bien nous aider en nous fournissant les renseignements qui pourraient la rendre aussi complète que possible.*

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 2 novembre 1896.

Sur le phénomène de Röntgen. — Note de M. Abel Buguet. — On sait que les rayons X peuvent être caractérisés derrière un écran exposé au tube de Crookes, lors même que cet écran serait assez opaque pour protéger entièrement une plaque photographique sur laquelle il serait immédiatement appliqué. Un tel disque opaque de plomb, exposé entre un tube de Crookes et une plaque photographique, assez loin de cette dernière, a donné une plage circulaire entourée d'une auréole estompée.

En disposant un pareil disque à quelques centimètres d'un tube, devant une plaque sensible éloignée de 10 cm ou 15 cm, et poussant assez loin la pose, j'ai pu, dans une série d'expériences, obtenir une impression sur toute la surface photographique.

Disposant sur cette plaque une série d'épingles réparties sur la surface, et toutes perpendiculaires à celles-ci, j'ai obtenu, en blanc sur gris, les projections de ces épingles. Toutes ces projections sont dirigées du centre à la périphérie, vers l'auréole dégradée signalée déjà par plusieurs expérimentateurs.

Il semble donc impossible d'admettre que les rayons X s'inclinent au bord de l'écran pour pénétrer derrière celui-ci, puisque, s'il en était ainsi, les projections de mes épingles devraient être dirigées de la périphérie vers le centre de l'auréole.

Je n'admettrais pas non plus volontiers que le disque de plomb pût être considéré comme transparent dans les conditions actuelles, car des blocs d'épaisseurs diverses, immédiatement superposés à ce disque en certains points de la surface, du côté du tube de Crookes, n'ont pas laissé de traces sur le cliché.

Il me semble que l'état particulier de l'espace, sur le trajet libre des rayons X, gagne les régions voisines qui sont masquées par l'écran. Les propriétés nouvelles sont transmises avec tous leurs caractères, en particulier ceux qui décident du sens de la projection des épingles, caractères qui fixent la direction des rayons X, si l'on veut toujours comparer les radiations de Röntgen à celles de la lumière.

Cette transmission de propriétés est d'ailleurs fonction importante de la distance, ainsi qu'il résulte de l'étroitesse relative de l'auréole estompée.

Le mouvement des molécules d'air, rendues actives par radiation directe et transportant leurs propriétés nouvelles derrière l'écran opaque, ne me semble pas capable d'expliquer la fixité du phénomène.

D'ailleurs, dans une série d'expériences, une lame de plomb couvrait une partie de la base d'un cylindre de paraffine de 15 cm de haut reposant sur la plaque sensible et débordant notablement. Il était ainsi séparé de la plaque photographique par la paraffine à un bout, par une égale couche d'air à l'autre bout.

Les choses se passaient de mêmes façons, à l'intensité près, de part et d'autre; aussi bien dans des expériences où la surface latérale du cylindre de paraffine était couverte d'une feuille de plomb destinée à absorber les radiations venues obliquement de l'air environnant.

Sur une méthode de mesure de la température des lampes à incandescence. — Note de M. P. Janet, présentée par M. Mascart. — Les données expérimentales que M. Violle a obtenues [1] pour la chaleur spécifique moyenne du carbone entre 0 degré et des températures supérieures à 1000 degrés permettent d'obtenir, par une méthode simple, la température du filament d'une lampe à incandescence pour un régime quelconque.

On sait que la résistance R du filament varie beaucoup avec sa température θ. Appliquons aux bornes de la lampe une différence de potentiel U variable depuis 0; pour chaque valeur de U, la température prendra une valeur θ et la résistance une valeur R; nous pourrons construire une courbe (A) ayant pour abscisses R et pour ordonnées $\frac{U^2}{R}$, c'est-à-dire la puissance perdue par rayonnement à la température θ. Prenons maintenant une lampe fonctionnant dans les conditions normales et, au temps 0, interrompons le courant; puis étudions la variation, en fonction du temps, de la résistance du filament qui se refroidit. Construisons alors une courbe (B) ayant pour abscisse le temps et pour ordonnée la résistance R. Au moyen de la courbe A, nous pourrons en déduire une troisième courbe C ayant pour abscisse le temps t et pour ordonnée la puissance rayonnée à chaque instant; l'aire de cette courbe nous donnera l'énergie totale perdue par rayonnement depuis la température maxima du filament jusqu'à la température ordinaire, et en divisant par l'équivalent mécanique de la chaleur la quantité de chaleur correspondante. Il suffira alors de peser le filament, et la formule de M. Violle (en admettant que ce filament soit formé de carbone pur) donnera sa température.

Cette méthode permet d'aborder simplement l'étude de deux questions importantes, à savoir la variation de la résistance du charbon avec la température et la variation du rayonnement avec la température.

Généralisée, elle montre que l'étude de la variation de la résistance d'un corps quelconque avec la température et celle de la chaleur spécifique de ce corps sont deux questions connexes : il suffit d'avoir séparément étudié l'une pour aborder l'autre par la méthode décrite plus haut.

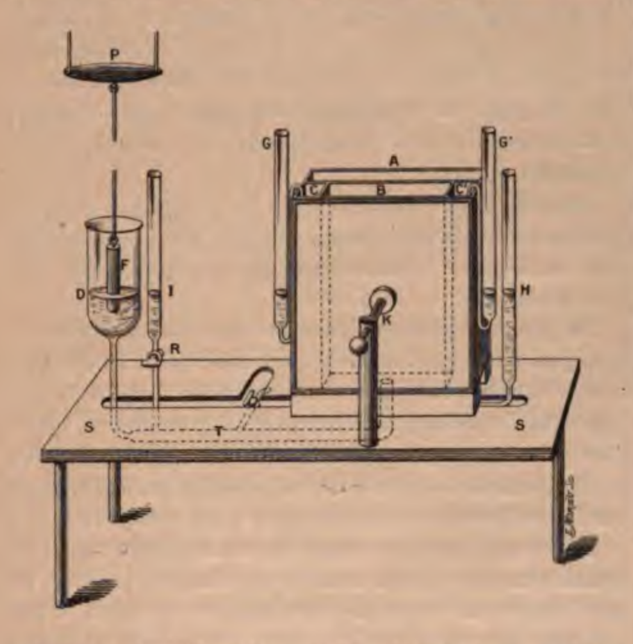
---

[1] *Comptes rendus*, t. CXX, p. 869.

Mesure de la force agissant sur les diélectriques liquides non électrisés placés dans un champ électrique. — Note de M. H. Pellat, présentée par M. Lippmann. — Dans ma Note des *Comptes rendus* du 16 décembre 1895, j'ai montré comment les formules qui donnent la force qu'exerce un champ électrique sur un diélectrique non électrisé, et que j'ai établies dans le Mémoire paru aux *Annales de Chimie et de Physique* en mai 1895, sont bien vérifiées par l'expérience dans le cas des corps solides. Je vais maintenant résumer les mesures qui m'ont montré qu'elles sont bien vérifiées aussi dans le cas des corps liquides.

La vérification pour les liquides est plus difficile que pour les solides, parce qu'on ne peut pas peser directement la force électrique agissant sur le diélectrique; on en est réduit à mesurer la dénivellation qui se produit entre deux vases contenant le liquide, dont l'un est soumis à l'action du champ et dont l'autre est soustrait à cette action.

L'appareil dont je me suis servi consiste essentiellement en deux boîtes plates rectangulaires, A et B (fig. 1), en ébonite, dont l'une B est placée à l'intérieur de l'autre A de façon que les larges faces des boîtes, disposées verticalement, soient parallèles. Ces larges faces sont, pour la boîte extérieure A seulement, recouvertes chacune d'une feuille de papier d'étain constituant les armatures d'un condensateur; quand celui-ci



est chargé, la boîte intérieure B se trouve dans un champ électrique. Or, cette boîte B communique par un tube de verre deux fois recourbé T avec un vase cylindrique D de 5,9 cm de diamètre. Le liquide diélectrique employé, qui a été une huile blanche de pétrole non volatile (densité 0,86), était versé dans ce système de vases communiquants, de façon à s'élever, dans la boîte intérieure B, environ à mi-hauteur des armatures. Dans ces conditions, si l'on charge le condensateur, la théorie et l'observation montrent que le liquide s'élève un peu dans la boîte B et s'abaisse, par conséquent, dans le vase D, jusqu'à ce que la pression hydrostatique produite par cette dénivellation fasse équilibre à l'action du champ sur le liquide.

Pour rendre uniforme le champ électrique, suivant une droite horizontale parallèle aux armatures dans toute l'étendue du liquide soumis à l'expérience, la boîte B était prolongée à droite et à gauche par deux boîtes C et C' en ébonite, placées aussi à l'intérieur de A et de même épaisseur que B; le même pétrole était versé dans ces boîtes à la même hauteur que dans la boîte B; on jugeait des niveaux grâce à des tubes communiquants G, G', I. C'est l'abaissement très petit (quelques dizaines de microns) du liquide dans le vase D qui était mesuré par l'artifice suivant: un flotteur F, formé par un cylindre de laiton, plongeait en partie dans le liquide du vase D; ce flotteur était suspendu sous le plateau P d'une balance très sensible, dont le fléau portait à l'extrémité une graduation en 1/10 de millimètre regardée avec un microscope muni d'un micromètre oculaire. Du déplacement du fléau ainsi mesuré on déduisait, par un calcul facile, la variation du niveau dans le vase D et par conséquent la dénivellation produite par le champ électrique entre les deux vases communiquants D et B; c'est cette grandeur que nous appelons la dénivellation *observée* dans le tableau placé plus loin.

Comme dans les expériences faites sur les corps solides, la charge du condensateur était rapidement alternée (260 fois par seconde environ) et le carré moyen de la différence de potentiel (U^2) était mesuré au moyen d'un électromètre Bichat et Blondlot.

Les expériences ont été faites dans trois conditions différentes: 1° en laissant plein d'air l'espace compris entre les parois internes de la boîte A et les parois externes des boîtes C, B et C'; 2° en remplissant complètement du même pétrole cet espace; 3° en ne le remplissant de pétrole que jusqu'au niveau du pétrole contenu dans les boîtes C, B et C'. A ces trois cas correspondent trois formules distinctes permettant, d'après la théorie exposée dans le Mémoire, de calculer la dénivellation a que doit produire le champ entre les deux vases communiquants.

1er cas:

$$a = \frac{(K-1)U^2}{8\pi Dg\left[Ke - c(K-1) - \varepsilon\left(K - \frac{K}{K'}\right)\right]\left[e - \varepsilon\left(1 - \frac{1}{K'}\right)\right]}.$$

2e cas:

$$a = \frac{K(K-1)U^2}{8\pi Dg\left[e - \varepsilon\left(1 - \frac{K}{K'}\right)\right]\left[e - \varepsilon\left(1 - \frac{K}{K'}\right) + c(K-1)\right]},$$

3e cas:

$$a = \frac{(K-1)U^2}{8\pi Dg\left[e - \varepsilon\left(1 - \frac{K}{K'}\right)\right]\left[e - \varepsilon\left(1 - \frac{1}{K'}\right)\right]}.$$

Avec: Pouvoir inducteur spécifique du liquide, $K = 2{,}36$; *id.* de l'ébonite, $K' = 3$; masse spécifique du liquide, $D = 0{,}86$; $g = 981$; distance des armatures, $e = 5{,}43$ cm; somme des épaisseurs des lames d'ébonite comprises entre les armatures, $\varepsilon = 1{,}51$ cm; épaisseur du liquide de la boîte B, $c = 2{,}13$ cm (K et K' ont été mesurés au moyen de l'appareil décrit dans ma Note du 8 avril 1895).

Ce sont les valeurs de a, calculées par ces expressions, qui sont mises en regard des valeurs observées dans le tableau suivant:

U^2 (en unités électrostatiques C.G.S.)	Dénivellation a calculée en cm.	Dénivellation a observée en cm.	Différence en microns en μ.
1er cas :			
1515	0,0055	0,0057	+ 2
1827	0,0055	0,0056	+ 1
1758	0,0054	0,0040	+ 6
2e cas :			
1778	0,0066	0,0058	— 8
1726	0,0064	0,0055	— 9
1550	0,0057	0,0056	— 1
1726	0,0064	0,0066	+ 2
3e cas :			
1829	0,0052	0,0051	— 1
1740	0,0049	0,0046	— 3
1430	0,0041	0,0045	+ 4
1442	0,0041	0,0046	+ 5
1900	0,0054	0,0061	+ 7

Les valeurs observées ne diffèrent des valeurs calculées que de quelques microns et les différences ne présentent rien de systématique. Les formules théoriques sont donc pleinement justifiées par ces expériences.

Emploi des rayons X pour les recherches anatomiques : angéiologie, développement, ossification, évolution des dents, etc. — Note de MM. Ch. Remy et G. Contremoulins, présentée par M. Marey. — Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie une série de radiophotographies faites sur le cadavre et sur lesquelles on observe des détails anatomiques insaisissables jusqu'ici. Nous voulons parler de la disposition du système artériel jusqu'à ses plus fines divisions.

Sur la figure qui représente la main avec son avant-bras et une partie du bras, on peut suivre dans leurs rapports avec le système osseux les divisions des artères, les arcades palmaires, les collatérales des doigts et jusqu'aux houppes vasculaires de la pulpe digitale. On peut suivre aussi la pénétration des artères dans le tissu osseux.

Dans les pièces que nous avons soumises à la radiophotographie les veines ne sont pas apparentes, mais on eût pu en obtenir l'image par le procédé qui nous a servi.

C'est M. le professeur Marey qui nous a suggéré l'idée de rendre le système vasculaire opaque aux rayons X en l'injectant avec une solution qui tienne en suspension des poudres métalliques impalpables. Le commerce livre aujourd'hui, sous le nom de *bronze*, une grande variété de ces poudres de métal. Le véhicule que nous avons choisi est la cire à cacheter commune dissoute dans l'alcool ; l'injection se fait à froid.

Nous insistons sur l'importance du résultat de cette méthode qui donne la distribution des vaisseaux avec leur situation réelle et leurs rapports que la dissection altère toujours ; pour bien faire saisir les différents degrés de profondeur des plans vasculaires, nous avons recouru à des épreuves stéréoscopiques dont l'aspect est saisissant.

Sur ces mêmes figures, grâce au tube Collardeau et à la bobine Gaiffe, les contours sont d'une netteté parfaite, ainsi que les détails de la structure des os.

L'une de nos figures représente la moitié inférieure du corps d'un fœtus humain, sur laquelle se détermine fort bien la position des points d'ossification.

Sur une autre figure, représentant la moitié du maxillaire inférieur d'un enfant de sept ans, on voit nettement quatre molaires avec leur couche d'émail, de cément, la dentine, la pulpe dentaire et les canaux des nerfs, tandis que, à la base de la branche montante, la dent de sagesse, dans son alvéole clos, attend l'heure de son éruption.

Séance du 9 novembre 1896.

De l'application des rayons de Röntgen à la paléontologie. — Note de M. Lemoine, présentée par M. Albert Gaudry. — Les photographies dont je présente des spécimens à l'Académie ont été faites à l'aide des rayons Röntgen, sur quelques-unes des pièces fossiles que j'ai recueillies aux environs de Reims [1].

On peut juger de la facilité avec laquelle les rayons Röntgen traversent les parois fossilisées des pièces osseuses, en apparence les plus opaques, et mettent en évidence des détails que les coupes les mieux réussies n'auraient pu fournir que pour un seul plan, en admettant que la valeur scientifique d'échantillons aussi rares, en même temps que leur fragilité n'aient pas été un obstacle absolu à des tentatives de ce genre.

Au premier coup d'œil, on voit apparaître la configuration celluleuse des ossements provenant du grand oiseau de Cernay, le *Gastornis*, ainsi que celle du *Remiornis*. On peut en juger en considérant les figures des vertèbres, d'un corps d'humérus, d'un radius, d'un métacarpe et de phalanges du pied.

J'appelle également l'attention sur les pièces osseuses provenant de divers reptiles. J'insiste sur l'homogénéité d'un humérus de Simædosaure, qui forme le contraste le plus absolu avec les os d'oiseau.

Les pièces osseuses des poissons sont assez nombreuses. Quelques-unes proviennent du Lépidosté, de l'Amia et de divers squales. Une pièce vertébrale du requin a une importance spéciale, car elle révèle la possibilité d'appliquer avec facilité les nouveaux principes proposés pour la classification si difficile de ces poissons, principes basés sur la conformation intérieure des corps vertébraux.

Les échantillons provenant des mammifères sont rassemblés en assez grand nombre sur d'autres plaques. Ils proviennent de la faune cernaysienne et de la faune agéienne des environs de Reims. J'y ai joint quelques pièces des phosphorites que M. Filhol a bien voulu m'offrir. Je signale particulièrement un fragment de crâne du *Pleuraspidotherium*, qui nous permet de nous faire une idée exacte de la configuration de l'encéphale d'un type si ancien. Tous les détails relatifs aux canaux nourriciers des maxillaires, de tailles très diverses, sont

[1] Je dois remercier M. le Dr Rémy, chef des travaux histologiques à la Faculté de médecine, et M. Contremoulins, son préparateur. Le premier a bien voulu mettre à ma disposition l'installation de son laboratoire, et c'est au précieux concours du second que je dois ces photographies.

mis en évidence, ainsi que la disposition tant extérieure qu'intérieure de la couronne et des racines des dents.

Il est inutile d'insister sur l'intérêt de renseignements obtenus aussi facilement sur des organes très importants. Si, par un heureux hasard, les deux dentitions successives coexistent dans la même mandibule, les rayons de Röntgen nous les font reconnaître et étudier sans mutilation. Ils nous permettent, d'autre part, de préciser la question si importante du contact des dents des deux mâchoires. Bien supérieurs aux procédés photographiques ordinaires, ils mettent en évidence avec la même netteté tous les plans de la pièce osseuse, ainsi que le nombre et la valeur proportionnelle des denticules.

La nature de la fossilisation semble avoir une importance de premier ordre sur les résultats obtenus ; c'est ainsi que les maxillaires provenant des phosphorites paraissent moins favorisés au point de vue de la translucidité que ceux de la faune agéienne et de la faune cernaysienne. D'autre part, un fragment de maxillaire d'arctocyon, par suite de sa fossilisation toute spéciale, s'est montré réfractaire à la pénétration des rayons de Röntgen.

J'ai joint, aux reproductions des pièces osseuses, celles des coquilles fossiles, non moins démonstratives ; vraisemblablement, l'étude de leur conformation intérieure devra prêter un précieux concours aux recherches malacologiques, si importantes pour le paléontologiste.

BIBLIOGRAPHIE

Transformateurs à courants alternatifs, par Gisbert Kapp, traduction française de Dubsky et Chenet. — *Baudry et Cie*, éditeurs, Paris, 1896.

Kapp, Transformateurs, Baudry ! Il n'en faut pas plus pour assurer le succès d'un livre.

A commencer par l'auteur, il est universellement connu. Soit en Angleterre, où il a longtemps habité, soit en Allemagne, sa résidence actuelle, en Amérique même, les journaux, *Industries* ou *Elektrotechnische Zeitschrift*, qu'il a dirigés ou qu'il dirige encore, ses nombreux écrits en l'une quelconque des deux langues qu'il manie avec une égale facilité, ses ouvrages scientifiques de plus longue haleine, sa participation aux discussions des congrès ou même des simples sociétés savantes étrangères qui, plus heureuses que les nôtres, puisent une grande vitalité dans ces intéressants tournois, sa parfaite connaissance des choses électriques, et, surtout, sa tournure d'esprit qui le porte plus vers les considérations pratiques que vers les abstractions mathématiques, l'ont dès longtemps classé parmi les meilleurs publicistes et les plus solides chefs de file de l'électricité.

Cependant, depuis sa *Transmission électrique de l'énergie* (1), son nom n'avait figuré sur aucun de nos ouvrages techniques. Il était peut-être, par suite, un peu oublié de ceux qui ne peuvent suivre au jour le jour les progrès de la science ; cette nouvelle publication mise aujourd'hui à la portée de nos compatriotes, lui donnera un regain de notoriété bien méritée.

(1) G. Carré, éditeur. Paris.

L'à-propos, facteur primordial du succès, la nature du sujet et la manière dont il est traité y contribueront. Si, en effet, son précédent ouvrage vise plus particulièrement l'emploi du courant continu, celui-ci le complète en ce que les transformateurs sont l'organe indispensable de la transmission et de la distribution électriques de l'énergie, sous ses formes les plus usuelles, par courants alternatifs. — *Les Transformateurs à courants alternatifs simples et polyphasés, Théorie, Construction, Applications*, tel est son titre complet, sur la portée duquel il convient de ne pas se méprendre en ce qui concerne la théorie. Fidèle à ce sens pratique auquel nous faisons plus haut allusion, l'auteur n'a pas surchargé son œuvre de conceptions et de formules mathématiques, dont il est souvent difficile de tirer les conséquences immédiates ; on n'y trouve pas ces séries de courbes dont le nom seul de transformateurs évoque le souvenir et dont la complication effraie les praticiens. Tout didactique qu'il soit, l'ensemble est d'un ordre plus modeste en apparence et ne comporte comme théorie que juste ce qu'il en faut pour conduire à la construction et aux applications de ces précieux appareils. Sans prétention à une haute volée scientifique, il rentre dans la catégorie des travaux du professeur S. P. Thompson, offrant aux praticiens l'extrait directement utilisable de substances longuement élaborées et mûrement digérées.

Neuf chapitres bien distincts et progressant méthodiquement vers le but visé composent l'ouvrage. Après un premier chapitre réservé aux principes fondamentaux, deux autres sont particulièrement affectés à l'élément magnétique des transformateurs, dispersion et pertes magnétiques et étude de la carcasse en fer. Les deux suivants touchent plus spécialement l'élément électrique : le mode d'action des courants alternatifs et la construction des bobines les défrayent. Toutes ces données sont vérifiées et confirmées dans l'exposition du fonctionnement des transformateurs qui fait l'objet du chapitre six. Le septième est exclusivement consacré aux essais et aux mesures auxquels ils donnent lieu. Et, après avoir passé en revue les multiples services que peuvent rendre ces instruments sous leurs diverses formes, l'auteur n'a plus qu'à décrire et illustrer différents types de transformateurs, ce qu'il fait d'ailleurs sobrement et dans les très étroites limites du strict nécessaire.

Tel est, à grands traits, le plan de l'ouvrage qui se dégage de son étude plus qu'il n'y est réellement indiqué. L'édition française aurait pu mieux accentuer cet ordonnancement ; mais c'est demander beaucoup à deux travailleurs dont la bonne volonté réclame bien autrement notre sollicitude. L'un d'eux sait probablement l'allemand ; l'autre possède sans doute assez bien son sujet ; mais leur naïve jeunesse a omis de l'affirmer par le lien

indispensable entre ces deux éléments, par le seul témoignage indéniable de l'intelligence des choses, qui, seul aussi, permet au lecteur de comprendre... le français. Si, en effet, pour toute traduction, la première condition est de connaître la langue dans laquelle on écrit, ce point est encore bien plus indispensable quand il s'agit de passer de l'allemand au français, de l'allemand obscur et nuageux à notre langue si nette, si claire et si précise. Hors de là, on n'aboutit qu'à une *translation* plus ou moins lisible, mais non à une traduction. Plein d'indulgence pour les bonnes intentions, nous ne nous arrêterons pas davantage sur les incorrections de tous ordres; mais, sans décourager ces jeunes débutants, nous les engageons, dans leur propre intérêt, à chercher pour l'avenir un troisième collaborateur qui les complète. Leur bonne volonté a également présumé de ses forces quand elle a prétendu adopter la terminologie, les notations et les symboles de M. Hospitalier. Si notre rédacteur en chef a pu modestement rougir à la lecture de la préface, il a dû blêmir après avoir parcouru le livre; mais il s'en remettra comme de bien d'autres.

Quant aux aimables éditeurs qui apportent tant de soin extérieur à leurs publications, nous ne pouvons quitter ce sujet sans leur jeter ce cri d'alarme pour la chose publique... et privée :

Caveant consules...

E. Boistel.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

CHAMBRE SYNDICALE

Séance du 3 novembre 1896.

Présents : MM. *Beau*, *Bénard*, *Berne*, *Cance*, *Clemançon*, *Ducretet*, *Ebel*, *Harlé*, *de Loménie*, *Meyer*, *Radiguet*, *Roux*, *Sartiaux*, *Sciama*.

Excusés : MM. *Grammont*, *Juppont*, *Portevin*.

La Chambre de commerce de Milan envoie un travail sur le *Commerce de l'Italie en* 1895; il résulte de ses statistiques que, sur 6794 quintaux de machines dynamo-électriques importées, la France ne figure que pour 91, l'Allemagne figurant pour 1606, et la Suisse pour 3010 quintaux.

Le Ministère du commerce transmet à la Chambre syndicale un certain nombre d'exemplaires du *Cahier des charges et du règlement relatifs à l'entreprise de l'éclairage électrique à l'Exposition internationale de Bruxelles en* 1897.

Le Président fait connaître qu'au mois de septembre il a été appelé à présider à l'*Inauguration de l'usine électrique d'Alais*. Cette usine, établie par une Société locale fondée par notre collègue, M. A. Ducommun, a eu pour premier client la ville d'Alais, qui a substitué sur toutes les voies publiques l'éclairage par arc ou par incandescence à l'ancien éclairage au gaz. Le Président a été très heureux de représenter la Chambre syndicale dans une circonstance qui a constitué un tel succès pour notre industrie.

Le Président donne lecture d'une lettre par laquelle M. *Laffargue* communique le *Programme des cours d'électricité* qui seront professés pendant l'hiver 1896-1897 à la Fédération des chauffeurs-mécaniciens (voy. *l'Industrie électrique*, n° 115, du 25 octobre 1896, p. 458) :

La Chambre décide d'accorder à l'ensemble des cours une subvention de 140 fr et aux exercices pratiques de seconde année une subvention de 200 fr.

M. Beau signale à ses collègues les dispositions des *Cahiers des charges qui doivent régir les entreprises de travaux publics pour l'Exposition de* 1900, et expose quels avantages y sont faits aux Sociétés ouvrières par rapport aux patrons-entrepreneurs.

De la discussion qui s'engage à ce sujet, il résulte que les dispositions en question sont appliquées en vertu d'un décret du 4 juin 1888, réglementant la participation des Sociétés ouvrières à toutes les adjudications de l'État, etc. La Chambre estime qu'il n'y a pas lieu d'en poursuivre l'abrogation.

Toutefois, le Président est chargé de s'assurer qu'aucune condition nouvelle de nature à aggraver encore la situation ne sera imposée aux entrepreneurs dans les cahiers des charges de l'Exposition.

M. Radiguet communique à la Chambre un exemplaire d'une note remise par les Chambres syndicales du bâtiment à la Chambre des députés, au sujet de la *Loi sur les Conseils de prud'hommes* qui revient en discussion devant le parlement. Ce document sera versé aux archives.

Le Président expose qu'il a reçu la visite de M. *Kern*, secrétaire du Conseil d'administration de l'*École Diderot*. M. Kern demande que la Chambre syndicale prenne à son compte la moitié du traitement du professeur chargé du *Cours d'électricité* à cette école, ou bien, donne à ce professeur, qui n'est occupé que pendant la moitié de la semaine, un emploi complémentaire. Il demande également que la Chambre accorde à l'École, sous forme de don en nature, outillage ou matériel, une somme de 500 fr par an.

M. Sciama rappelle les griefs fondés auxquels a donné lieu la constitution du cours d'électricité à l'École Diderot, et la Chambre décide qu'il ne sera donné aucune suite à la demande de M. Kern tant que les industries électriques n'auront pas reçu satisfaction en ce qui concerne la surveillance des cours spéciaux pour lesquels on leur demande une subvention.

Le Président est chargé de s'entendre avec M. Hillairet pour toutes démarches utiles.

M. G. Roux expose à la Chambre les difficultés que rencontre le fonctionnement du *Bureau régional du Havre*. Les abonnés de cette région se plaignent vivement de ne pas recevoir les visites du bureau de contrôle, ainsi qu'ils y ont droit en vertu de leurs contrats. La volumineuse correspondance échangée entre M. Roux et M. Barbry est mise à la disposition de la Chambre.

La Chambre décide, après discussion, qu'une démarche de conciliation sera faite officiellement auprès de M. Barbry en vue d'obtenir la résiliation amiable du contrat passé entre lui et M. Roux, dans les conditions fixées par la Chambre syndicale.

Le *Syndicat professionnel des Usines d'électricité*, récemment constitué, propose à la Chambre syndicale des Industries électriques la nomination d'une Commission mixte, composée de membres des deux Chambres, et qui serait chargée d'étudier les questions communes aux deux Syndicats.

La Chambre consultée donne son adhésion à cette proposition, sous cette réserve qu'il ne s'agira pas d'une commission permanente, mais d'une commission à désigner chaque fois qu'un intérêt commun aux industries représentées nécessitera une entente entre les deux groupes.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Émile Barrault, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

256595. — **Grünvald.** — *Plaques pour accumulateurs électriques* (22 mai 1896).

256645. — **Compagnie Française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements au réglage des machines dynamo-électriques à courants alternatifs* (26 mai 1896).

256648. — **Brandt.** — *Élément de pile électrique* (26 mai 1896).

256510. — **Société Hartmann** et **Braun.** — *Compteur de watt-heures pour courant alternatif* (21 mai 1896).

256558. — **Société Piguet** et **Cie.** — *Commutateur électromagnétique* (22 mai 1896).

256559. — **Société Piguet** et **Cie.** — *Flotteurs de commande des commutateurs électromagnétiques* (22 mai 1896).

256652. — **Reynolds.** — *Perfectionnement aux coupe-circuits électriques* (26 mai 1896).

256493. — **Barr** et **Stroud.** — *Perfectionnements aux appareils propres à la production de vides prononcés* (20 mai 1896).

56722. — **Société anonyme pour la transmission de la force par l'électricité.** — *Nouveau système d'excitation des machines dynamos à courants alternatifs à potentiel constant génératrices ou réceptrices synchrones ou asynchrones* (27 mai 1896).

256788. — **Roux.** — *Nouvel accumulateur électrique* (30 mai 1896).

256676. — **Salomon.** — *Nouveau système de commutateur interrupteur* (26 mai 1896).

256659. — **Fernald** et **Hubbell.** — *Perfectionnements dans les lampes à arc pour circuits à courants alternatifs* (26 mai 1896).

256702. — **Brun.** — *Trembleur différentiel par court-circuit ne produisant pas d'interruption du courant dans la ligne* (30 mai 1896).

256809. — **Freund.** — *Perfectionnements dans la ventilation des récipients fermés* (30 mai 1896).

256843. — **Reichsritter Von Léon.** — *Dispositif pour le renforcement du courant d'une source quelconque* (1er juin 1896).

256855. — **Germain** et **Heurtey.** — *Pile primaire hermétique montée sous pression* (2 juin 1896).

256867. — **Fauchon-Villeplée.** — *Dynamo à courant continu sans collecteur ni balais* (2 juin 1896).

256893. — **Compagnie de Fives-Lille.** — *Disposition des bobines d'induit dans les machines polyphasées* (2 juin 1896).

256938. — **Held** et **Fischer.** — *Générateur d'électricité applicable aux conduites d'eau des maisons* (4 juin 1896).

256818. — **Wibratte** et **Lanaspéze.** — *Limiteur de débit électrique* (2 juin 1896).

256923. — **Szubert.** — *Appareil d'induction* (3 juin 1896).

256808. — **Fanta.** — *Perfectionnements aux lampes électriques à incandescence* (30 mai 1896).

256826. — **Helberger.** — *Fil pour appareil de chauffage électrique* (1er juin 1896).

256964. — **Zapata.** — *Perfectionnements dans les moteurs électriques* (5 juin 1896).

256995. — **Compagnie française pour la pulvérisation des métaux.** — *Perfectionnements aux accumulateurs électriques* (6 juin 1896).

257057. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements dans les dynamos à courants alternatifs et dans les circuits de distribution* (9 juin 1896).

257065. — **Cooley.** — *Perfectionnements aux machines électriques* (9 juin 1896).

257075. — **Société The Cox Thermo-Electric.** — *Perfectionnements aux générateurs thermo-électriques* (9 juin 1896).

257106. — **Pollak.** — *Plaques d'accumulateurs construites avec un noyau et une masse poreuse fondus ensemble* (9 juin 1896).

257107. — **Société d'Électricité Alioth.** — *Dynamo-commutatrice* (9 juin 1896).

256983. — **Gabriel, Angenault** et **Davis.** — *Perfectionnements dans les lampes électriques* (3 juin 1896).

257283. — **Pignatta.** — *Appareil de télégraphie optique nocturne* (16 juin 1896).

257314. — **Steljes.** — *Perfectionnements dans les télégraphes imprimeurs* (17 juin 1896).

257123. — **Société Schneider** et **Cie.** — *Perfectionnements aux dynamos à courant constant et à potentiel variable* (10 juin 1896).

257183. — **O'Keenan.** — *Pile électrique* (12 juin 1896).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société anonyme d'Éclairage électrique du secteur de la place de Clichy. — *Assemblée générale ordinaire du* 21 *octobre* 1895. — Rapport présenté par le conseil d'administration. — Nous avons l'honneur de vous rendre compte de notre gestion pendant le sixième exercice et sommes heureux de constater que notre industrie continue à se développer normalement.

Usine. — La seconde grande batterie d'accumulateurs dont notre dernier rapport vous annonçait la commande est achevée et en service courant. Nous ne prévoyons pas pour le moment de nouvelles extensions dans notre matériel de production, qui suffit à assurer un bon service.

Réseau. — Le principal développement de notre réseau pendant cette année a été la canalisation de l'avenue de Saint-Ouen, dont l'éclairage public nous était demandé. Cette année, les lignes de feeders ont augmenté de 2748,6 m et les lignes de distribution de 7601 m.

Au 30 juin, notre réseau s'étendait sur 67 km et comportait une longueur de câbles de 375516,9 m, ainsi que l'indique le tableau suivant :

NATURE DE LA CANALISATION.	EXISTANT AU 30 JUIN				
	1892.	1893.	1894.	1895.	1896
	m.	m.	m.	m.	m.
Développement du réseau.	35 335,9	45 252,7	51 872,9	58 535,1	67 020,5
Canalisation cinq fils.	30 696,6	42 176,8	48 989,4	55 526,9	63 127,9
Développement des câbles	153 483,0	210 884,0	244 947,0	277 654,5	315 639,5
Canalisation feeders	15 730,5	18 014,5	20 161,0	21 494,5	24 243,1
Développement des feeders	31 461,0	36 029,0	40 322,0	42 989,0	48 486,2
Câbles d'éclairage public	5 952,0	5 992,0	6 481,0	6 529,0	9 191,2
Développement total de câbles . .	190 896,0	252 905,0	291 750,0	327 152,5	373 316,9

Branchements. — Le tableau suivant donne la situation au 30 juin des branchements et colonnes montantes.

	Existant au 30 juin				
	1892.	1893.	1894.	1895.	1896.
Branchements extérieurs .	339	565	788	1005	1240
Colonnes montantes. . . .	73	165	302	427	585
Branchements intérieurs simples	265	365	464	552	662
Branchements intérieurs sur colonnes montantes.	176	378	755	1140	1641

L'augmentation a été de 237 branchements extérieurs contre 215 l'année dernière.

D'autre part, les colonnes montantes continuent cette année encore à être mieux utilisées. En effet, si l'on admet, comme nous l'avons fait jusqu'ici, qu'une colonne montante doit desservir en moyenne six logements, nous pourrions, avec nos 585 colonnes installées, alimenter 3510 logements.

Nous en desservons déjà 1641, soit 47 pour 100 contre 44 pour 100 l'année dernière, et cependant le nombre des nouvelles colonnes montantes, encore insuffisamment utilisées, a été de 158 au lieu de 125 l'année dernière.

Compteurs. — Le nombre des compteurs en service chez les abonnés était, au 30 juin, de 2168 au lieu de 1712 l'année dernière.

Éclairage public. — Nous avons traité l'éclairage public de l'avenue de Saint-Ouen et du square des Épinettes au moyen de 28 lampes à arc. Les dépenses d'installation portent sur l'année 1895 à 1896, mais l'éclairage n'a commencé que le 11 juillet; ce qui explique l'augmentation du compte matériel et l'état stationnaire des recettes.

Installations intérieures. — Nous n'avons pas eu de nouvelles installations intérieures à faire à nos frais et celles qui nous restent ont été, en grande partie, amorties et ne figurent plus au bilan que pour 23 394,15 fr.

Ascenseurs. — Ainsi que nous le faisions prévoir l'année dernière, le nombre de nos ascenseurs a beaucoup augmenté cette année. Il est aujourd'hui de 105 dont 54 purement électriques et 51 mixtes, c'est-à-dire employant l'électricité pour comprimer toujours la même eau.

En moyenne, les ascenseurs purement électriques ont une dépense de courant de 17 fr par mois, tandis que les hydro-électriques consomment pour 35 fr par mois d'électricité.

Cette différence provient de la résistance de l'eau à la circulation forcée qu'on lui imprime à travers les compresseurs des ascenseurs mixtes.

Chauffage électrique. — Nous avons commencé à nous occuper de cette question qui présente un grand intérêt, surtout au point de vue hygiénique.

Nous avons déjà mis en service l'équivalent de 258 lampes de 10 bougies, et nous comptons bien, pour l'année prochaine, sur une forte augmentation.

Abonnements. — Le nombre des abonnés en service au 30 juin a augmenté de 515 et est aujourd'hui de 2161.

Quant au nombre de lampes installées, réduites en lampes de 10 bougies, le tableau ci-dessous montre qu'il s'élève à 118 988 et qu'il a augmenté de 23 517 sur l'année dernière.

	Existant au 30 juin				
	1892.	1893.	1894.	1895.	1896.
Nombre d'abonnés en service. . .	439	743	1 208	1 646	2 161
Nombre de lampes de 10 bougies.	29 522	45 763	69 860	95 471	118 988
Dont :					
Pour le service des particuliers :					
Éclairage	28 779	43 825	66 651	91 931	110 440
Force motrice équivalent en lampes de 10 bougies.	65	1 260	2 499	2 830	7 580
Chauffage en lampes de 10 boug.	»	»	»	»	258
Pour l'éclairage public.	678	678	710	710	710

La moyenne de lampes par abonné est descendue à 55 au lieu de 57, parce que nous entrons plus sérieusement dans les logements moyens.

Si nous rapprochons le développement des installations de celui de la canalisation, nous voyons que le premier a dépassé le second, puisque le total des installations correspond à une moyenne de 188 lampes de 10 bougies par 100 m de canalisation (contre 172 en 1895).

Comparant, comme nous l'avons fait précédemment, avec les chiffres de la Compagnie Edison, de New-York (rapport du 31 décembre 1895), nous trouvons :

Nombre de lampes par 100 m de canalisation.	New-York.	Secteur Clichy.
Pour l'éclairage	149	175
Pour la force calculée en lampes de 10 bougies et le chauffage.	58	13
	207	188

Nous avons beaucoup de progrès à faire encore comme emploi pour force motrice ; nous continuerons nos efforts dans ce sens, tout en constatant que, pour la lumière, nous sommes toujours supérieurs à New-York.

Grand collecteur. — Nous avons traité récemment une affaire très intéressante. La ville de Paris fait construire un grand collecteur entre la Trinité et la porte de Clichy, afin de décharger le collecteur du boulevard Malesherbes qui, en ce moment, reçoit toutes les eaux de la ville.

La longueur de cet ouvrage est de 2500 m, et son diamètre de 7 m environ.

Tout le travail se fait en tunnel sous la rue de Clichy et l'avenue de Clichy, et l'électricité fournit l'éclairage des travaux, la force nécessaire à la manœuvre des presses hydrauliques actionnant le bouclier d'avancement, le transport des déblais et des matériaux de construction et, enfin, elle fait tourner les pompes d'épuisement. Le tout représente environ 100 chevaux-vapeur.

Nous avons traité pour le courant électrique nécessaire à ces divers travaux et nous trouverons là une source de revenus portant sur les deux prochains exercices.

Immeubles reliés. — Il nous a paru intéressant de compter le nombre d'immeubles se trouvant le long de nos canalisations et de voir combien il y en a de reliés à nos câbles. Nous en avons trouvé 3011 dont 1236 ou 41 pour 100 sont reliés. Dans ces 1236 immeubles nous avons 2161 abonnés.

En admettant qu'il y ait 18 000 logements dans les 3011 immeubles que nous longeons, on voit que nous n'avons traité qu'avec le huitième de ce que nous pouvons atteindre. Il reste donc un vaste champ à exploiter.

Obligations. — Suivant vos votes successifs, nous avons émis, depuis l'origine de la Société, quatre séries d'obligations dont ci-après le détail :

Première émission. — 2500 obligations 5 pour 100 de 1000 fr (numéros 1 à 2500)		2 500 000 fr
Deuxième émission. — 3000 obligations 5 pour 100 de 500 fr (numéros 2501 à 5500)	1 500 000	1 317 500
sur ces titres, il y a eu quatre remboursements, ensemble 365 obligations pour	182 500	
Troisième émission. — 2000 obligations 4 1/2 pour 100 de 500 fr (numéros 5501 à 7500)		1 000 000
Quatrième émission. — 2000 obligations 4 1/2 pour 100 de 500 fr (numéros 7501 à 9500)		1 000 000
Reste en circulation au 30 juin 1896		5 817 500 fr

Maisons de rapport. — Bien que nous ayons assez de terrains en réserve pour nos extensions futures, nous avons cru devoir acheter, pour la somme de 171 625,25 fr, un nouvel immeuble voisin qui nous était offert et qui contient des logements d'un revenu convenable. Nous possédons donc maintenant quatre maisons contiguës à notre usine.

Travaux neufs. — Les travaux neufs se rapportent à l'installation de la deuxième grande batterie d'accumulateurs et à l'extension du réseau et des branchements. Ils ont été :

Constructions et premier établissement	847 831,70 fr.
Branchements	195 719,05
Compteurs	86 933,65
Stations régulatrices	20 278,45
Matériel de l'éclairage public	5 739,05
Total	1 156 501,90 fr.
Amortissement du compte Appareillage	20 288,10
Total	1 136 213,80 fr.

Approvisionnements. — Les approvisionnements constatés par l'inventaire du magasin donnent, par rapport à celui de l'année dernière, une augmentation de 22 520,60 fr.

Cautionnements. — Nous avons eu, pour l'éclairage public de l'avenue de Saint-Ouen et du square des Épinettes, à déposer un cautionnement de 1558,05 fr.

Exploitation. — Les dépenses totales d'exploitation se sont élevées à 562 661,15 fr contre 522 004,45 fr l'année précédente.

Elles ont donc augmenté de 40 656,70 fr, soit 8 pour 100.

Les recettes de l'exploitation ont été de 1 754 758,80 fr contre 1 517 588,15 fr.

L'augmentation a été de 237 170,65 ou 16 pour 100.

BILAN AU 30 JUIN 1896

Actif.

Compte Constructions et premier établissement	8 774 721,30 fr.
— Appareillage	25 394,15
— Matériel éclairage public	22 408,70
— Branchements	1 013 480,60
— Compteurs	355 582,40
— Stations régulatrices	299 680,60
— Rue Nollet	7 536,85
— Magasin, existence à l'inventaire	204 097,25
— Cautionnements	206 157,10
— Rachat des parts de fondateurs	400 000,00
— Caisse, espèces	23 247,70
— Débiteurs banquiers	63 014,40
Débiteurs divers	82 293,00
Maisons de rapport	845 977,55
Total	12 321 591,60 fr.

Passif.

Compte de capital	4 000 000,00 fr.
— Obligations :	
montant des obligations émises	6 000 000,00
montant des oblig. remboursées	182 500,00
— Réserve légale	84 252,35
— Amortissement (art. 51 des statuts)	737 681,85
— Créanciers divers	807 254,25
— Coupons d'actions	1 872,80
— Coupons d'obligations	91 959,85
— de Profits et pertes	781 110,50
Total	12 321 591,60 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Actif.

Jetons des administrateurs, 5 pour 100 sur 1 192 097,65 fr	59 604,90 fr.
Rémunération du commissaire des comptes	500,00
Intérêts et divers	2 703,95
Intérêts des obligations	247 126,40
Participation de la ville de Paris	77 027,90
Participation du personnel dans les bénéfices	24 024,00
Solde créditeur	781 110,50
Total	1 192 097,65 fr.

Passif.

Produit brut de l'exploitation :		
Éclairage public	51 661,90	1 754 758,80 fr.
Éclairage privé	1 540 051,35	
Recettes diverses	163 045,55	
Dépenses de l'exploitation		562 671,15
Produits nets de l'exploitation		1 192 097,65 fr.

Produit par lampe. — On a vu que 118 278 lampes ont produit une recette de 1 540 051,35 fr soit une moyenne de 13 fr environ par lampe.

Nous avons classé nos abonnés d'éclairage en deux grandes catégories, la première, que nous appellerons *éclairage commercial*, comprend les cercles, théâtres, journaux, concerts, hôtels, cafés, restaurants, marchands de vin, brasseries, magasins (en boutique comme en appartement), bureaux, représentants de commerce et administrations; la seconde, appelée *éclairage domestique*, ne comprend que les appartements privés.

	NOMBRE D'ABONNÉS.	NOMBRE DE LAMPES DE 10 BOUGIES.	CONSOMMATION ANNUELLE	PRODUIT ANNUEL PAR LAMPE.
			fr	fr
Éclairage commercial	622	35 684	942 985,30	26,42
Éclairage domestique	1420	74 756	566 082,45	7,57
Force motrice	115	7 580	30 654,50	4,04
Chauffage	4	258	329,10	1,27
	2161	118 278	1 540 051,35	Produit moyen total. 13,02

Compte de profits et pertes. — Le produit net de l'exploitation a été de 1 192 097,65 fr, qui figurent au crédit du compte de profits et pertes.

Au débit du même compte figurent les jetons des administrateurs, fixés par l'assemblée générale du 19 octobre 1895 à 5 pour 100 du produit net de l'exploitation	59 604,90 fr.
La rémunération du commissaire	500,00
Intérêts et divers	2 703,95
Les intérêts des obligations	247 126,40
La participation de la ville de Paris, soit 5 pour 100 des factures de nos abonnés	77 027,90
Une somme répartie à notre personnel à titre de part dans les bénéfices de l'inventaire 1894-1895	24 024,00
Il reste un solde disponible de	781 110,50
Total	1 192 097,65 fr.

Répartition. — Les Statuts prescrivent de porter à la réserve légale :

1° Les intérêts à 5 pour 100 du fonds de réserve, soit 4211,60 fr.

2° Une nouvelle réserve, égale à 5 pour 100 de 781 110,50 fr, soit 39 055,50 fr.

Nous devons ensuite affecter au compte d'amortissement une somme jugée suffisante pour amortir en seize ans, à partir du 1er juillet 1891, le montant du capital actions.

Les sommes inscrites à ce compte à la fin des quatre derniers exercices ont été successivement de 48 768,35 fr, de 151 468,20 fr, de 240 259,40 et de 317 205,90 fr. Nous vous proposons d'inscrire cette année, à ce même compte, une somme de 337 845,40 fr; pour le porter à 1 075 525,25 fr.

En outre, l'année dernière vous avez voté un amortissement de 100 000 fr sur le compte rachat des parts de fondateurs. Nous vous proposons d'affecter cette année 200 000 fr à cet amortissement.

Ces divers prélèvements faits, il reste une somme de 200 000 fr, soit 5 pour 100 du capital actions, que nous vous proposons de distribuer à MM. les actionnaires à raison de 25 fr par action.

Quant à l'emploi des sommes inscrites au compte d'amortissement, nous vous proposons de décider qu'elles feront partie du fonds de roulement de la Société.

Conseil d'administration. — En vertu des articles 21 et 31 des statuts, vous avez à procéder au renouvellement du quart des membres du Conseil d'administration. Les membres sortants sont : MM. Jacques Siegfried, Louis Ewald, Ludovic de Sinçay. Ils sont rééligibles. Nous vous demanderons, pour nous conformer à la loi de 1867, de décider que les membres du Conseil faisant partie d'autres sociétés soient autorisés à traiter des affaires avec nous au nom de ces sociétés.

Commissaires. — Enfin vous voudrez bien désigner un commissaire des comptes pour l'année 1896-1897, ainsi qu'un commissaire suppléant.

Résumé. — En résumé, Messieurs, vous devez constater que notre industrie continue à se développer normalement, grâce au zèle et au dévouement de nos divers collaborateurs.

Nous espérons que cette marche progressive durera longtemps encore.

Au nom du Conseil d'Administration :

Le Président, JACQUES SIEGFRIED.

L'Administrateur délégué, AUG. LALANCE.

RÉSOLUTIONS VOTÉES A L'UNANIMITÉ PAR L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE. — 1° L'Assemblée générale, après avoir entendu le commissaire des comptes, donne son approbation au rapport du Conseil d'administration ; elle approuve le bilan et le compte de profits et pertes.

Elle décide que les bénéfices seront répartis comme suit :

Compte de réserve.

Intérêts sur le solde	4 211,60 fr.
5 pour 100 sur les bénéfices de l'année	39 055,50
	43 267,10 fr.

Compte d'amortissement.

Contribution de l'année 1895-1896	337 845,40

Compte de rachat des parts de fondateur.

Deuxième amortissement sur ce compte	200 000,00

Compte de dividende.

Dividende à raison de 5 pour 100	200 000,00
	781 110,50 fr.

2° Le dividende sera payé à partir du 1er décembre 1896 aux caisses désignées pour le dépôt des titres, et à raison de 25 fr par action, sous déduction des impôts de finance et sur présentation du coupon n° 5.

3° L'Assemblée décide que les sommes portées au compte d'amortissement feront partie du fonds de roulement de la Société.

4° L'Assemblée nomme administrateurs, pour une durée de quatre ans, MM. Jacques Siegfried, Louis Ewald et Ludovic de Sinçay, administrateurs sortants.

5° L'Assemblée fixe à 800 fr la rémunération du commissaire des comptes, et à 200 fr celle du commissaire suppléant. Dans le cas où ce dernier aurait à remplir les fonctions de commissaire, il recevrait les 800 fr ci-dessus.

L'Assemblée nomme, pour l'année 1896-1897, M. Scheidecker commissaire des comptes, et M. Henry commissaire suppléant.

6° L'Assemblée donne à ceux de ses administrateurs qui font en même temps partie d'autres sociétés les autorisations prévues par la loi de 1867, en raison des affaires qui pourraient être traitées avec ces sociétés.

BILAN DÉFINITIF AU 30 JUIN 1896, APRÈS RÉPARTITION DES BÉNÉFICES

Actif.

Compte Constructions et premier établissement	8 774 721,30 fr.
— Appareillage	25 394,15
— Matériel éclairage public	22 408,70
— Branchements	1 015 480,60
— Compteurs	355 582,40
— Stations régulatrices	299 680,60
— Rue Nollet	7 356,85
— Magasins, existence à l'inventaire	204 097,25
— Cautionnements	206 157,10
— Rachat des parts de fondateurs	200 000,00
— Caisse, espèces	25 247,70
— Débiteurs banquiers	65 014,40
— Débiteurs divers	82 295,00
— Maisons de rapport	845 977,55
Total	12 121 591,60 fr.

Passif.

Compte de capital	4 000 000,00 fr.
— Obligations	5 817 500,00
— Réserve légale	127 499,45
— Amortissement (art. 31 des Statuts)	1 075 525,25
— de dividende pour l'exercice 1875-1896	200 000,00
— Créanciers divers	807 234,25
— Coupons d'actions	1 872,80
— Coupons d'obligations	91 959,87
Total	12 121 591,60 fr.

RECETTES MENSUELLES COMPARATIVES

COURANT ÉLECTRIQUE.	1891-1892.	1892-1893.	1893-1894.	1894-1895.	1895-1896.
	fr.	fr	fr.	fr.	fr.
Juillet	19 702,00	29 461,95	38 708,00	49 288,70	57 151,65
Août	25 902,00	32 147,95	45 944,45	54 279,45	58 712,95
Septembre	31 642,00	44 385,15	65 157,75	74 729,40	77 211,40
Octobre	51 666,00	77 440,75	105 358,50	123 021,90	135 175,40
Novembre	61 629,00	97 536,80	135 441,10	172 509,50	181 994,55
Décembre	75 683,00	128 105,45	153 875,55	202 361,05	222 392,70
Janvier	72 039,00	111 762,85	146 271,20	184 928,45	225 226,95
Février	58 617,00	87 316,85	119 070,45	145 305,20	185 022,45
Mars	53 567,00	85 170,60	100 184,20	133 347,70	148 770,40
Avril	45 854,00	65 195,25	85 406,45	111 700,50	130 153,10
Mai	41 421,00	58 049,00	74 914,65	96 471,70	105 600,40
Juin	50 894,00	48 959,85	60 479,25	71 916,50	84 624,50
	568 638,00	863 540,45	1 124 811,35	1449 857,85	1612 034,65
Rabais et ristournes.		7 827,60	5 656,85	6 259,20	20 321,20
		855 712,85	1 119 154,50	1443 598,65	1591 713,25
Recettes diverses : Location de branchements et de compteurs, etc.	83 334,95	54 232,75	131 222,35	103 989,50	163 945,55
TOTAUX	651 972,95	909 945,60	1 250 376,85	1517 588,15	1754 558,80

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

34 339. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.

5e Année. — N° 119. 10 Décembre 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION — É. HOSPITALIER, 12, rue de Chantilly — Paris.

ABONNEMENTS — Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.

ADMINISTRATION — 9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

MM. les abonnés dont l'abonnement expire fin décembre sont priés de bien vouloir adresser à M. LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris, en un mandat-poste, le renouvellement de leur abonnement.

INFORMATIONS

Société technique de l'acétylène. — Il s'est fondé à Paris, le 23 novembre dernier, une Société ayant pour titre : *Société technique de l'acétylène et des industries qui s'y rattachent.* Elle a pour but : 1° D'éclairer, par la discussion et le travail en commun, les questions relatives à l'acétylène et à ses applications; 2° de concourir au développement et de défendre par tous les moyens possibles les intérêts de l'acétylène; 3° d'entretenir des relations suivies et un esprit de fraternité entre tous les membres de la Société.

Les membres sociétaires doivent être constructeurs ou négociants d'appareils à acétylène ou de tous autres produits se rattachant à cette industrie; les personnes s'intéressant à la vulgarisation de l'emploi de l'acétylène peuvent être admises à titre de membre associé ou de membre honoraire. Les fabricants de carbure de calcium ont tout intérêt à faire partie de cette nouvelle société qui, en prenant les intérêts de l'acétylène, prend aussi les leurs. Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que l'acétylène n'est un concurrent direct ni du gaz ni de l'électricité. Il sera utilisé partout où l'on ne peut établir ni une usine à gaz, ni une usine électrique. Les acétylénistes créent donc, en réalité, aux électriciens (constructeurs de dynamos, fabricants de câbles, de charbons électriques, de fours, etc.), un débouché important et nouveau, en développant la consommation du carbure de calcium, et nous devons encourager une industrie qui n'est qu'en apparente concurrence avec la nôtre. (S'adresser, pour recevoir les statuts et le règlement, à M. de Perrodil, 11, rue Say, Paris.)

Les tramways de Rouen. — Beaucoup de personnes ignorent totalement comment on s'y prend pour organiser un service de tramway; j'espère que l'histoire ci-dessous leur montrera la question sous un jour enchanteur autant qu'instructif. D'abord quelques notions préliminaires. En passant à Trépigny-N'importe-quoi, vous avez remarqué une circulation très active et l'absence totale de véhicules pour le transport en

commun des habitants du pays. Vous avez une fort belle série de bas de laine bourrés de jaunets et il vous prend la fantaisie de les transformer en pataches quelconques qui véhiculeront les indigènes moyennant quelques sous. Dans cette disposition d'esprit, vous allez trouver le maire de la ville, qui réunit son conseil et, moyennant une certaine redevance, vous autorise à faire circuler des voitures suivant les horaires et les itinéraires qui lui paraissent le plus propres à donner satisfaction à ses administrés. Et c'est tout. Il y a bien encore la régie et le préfet de police, mais ce sont obstacles sans importance. Oui, c'est tout, à une condition, c'est que vous rouliez sur la chaussée et non sur des rails; car, si vous posez des rails sur la chaussée, c'est une tout autre affaire. Dans ce cas, les horaires, itinéraires, profils, plans, vues en long, vues en travers, vues debout, vues couchées, seront très sévèrement examinés par des compétences qui feront des rapports.

Ces rapports seront étudiés par d'autres personnes encore plus compétentes, siégeant à Paris, et connaissant parfaitement les besoins des habitants de Trépigny-N'importe-quoi. Ces compétences, qu'on nomme je crois les conseillers d'État, demanderont que le tramway passe ici plutôt que là et parte à 6h45m, au lieu de 6h47m. D'autre part, si l'affaire ne leur semble pas bonne, ils concluront au refus de concession.

Si les documents sont suffisants pour leur permettre de se faire une opinion, on renverra l'affaire au Parlement, qui votera une loi déclarant la chose d'utilité publique. Après l'approbation du Sénat, une cinquantaine de visa et quelques autres tracasseries de petite importance, l'affaire sera prête à être entamée.

Pour n'avoir pas attendu quelques années ces simples formalités, M. Cauderay se trouve dans de vilains draps où le sommeil refuse de le suivre.

En effet, lorsque la ville de Rouen étudia son réseau actuel de tramways, elle fit appeler le concessionnaire du service des omnibus et lui demanda s'il voulait établir un réseau de tramways dans telles et telles conditions. Le concessionnaire répondit qu'il abandonnait son droit de préemption et la concession fut accordée à M. Cauderay, qui fit incontinent installer les lignes de tramways demandées.

Pendant ce temps, les choses suivaient pas à pas les méandres du labyrinthe administratif et arrivaient, il y a deux mois, au conseil d'État, où ces Messieurs refusaient la concession si l'on n'apportait pas au tracé de profondes modifications. Les Rouennais ne furent pas contents, crièrent, tempêtèrent, et finalement s'acheminèrent vers la seule solution possible, la modification des itinéraires. A ce moment précis, l'ancien concessionnaire des omnibus ouvrit la porte et dit : Messieurs, un mot, s'il vous plait : lorsque vous m'avez proposé de construire le réseau actuel de lignes de tramways, j'ai refusé parce que la chose ne me paraissait pas viable, et vous voyez que je n'étais pas seul de mon avis, puisque ces messieurs du conseil d'État pensent comme moi. Mais si vous demandez un nouveau tracé, j'en suis, et plutôt deux fois qu'une.

Voici un bon procès sur la planche.

Il nous reste à souhaiter deux choses :

1° Que les tramways circulent pendant que le procès se traînera;

2° Que les très célèbres avoués de la vieille cité normande le fassent se traîner pendant 25 ou 30 ans.

Avis à ceux qui se trouvent dans une situation analogue.

D. D.

N. B. — Il paraît qu'une des raisons invoquées par le Conseil d'État pour le repos de la concession est que l'affaire n'est pas viable avec les itinéraires actuels.

Je me permets de trouver ça monstrueux tout simplement. En tramways nul ne peut savoir ni prévoir le trafic, et Rouen en est un exemple typique, car le service actuel a complètement bouleversé les habitudes, et le trafic augmente dans des proportions qui ne permettent pas de prévoir ce qu'il sera dans un an.

Je trouve donc révoltant que des gens quelconques décrètent du fond d'un fauteuil jamais quitté que telle ou telle rue est plus propice à l'exploitation commerciale d'un moyen de transport que telle ou telle autre.

Un cri de plus en faveur de la décentralisation. DD.

La journée de vingt-quatre heures consécutives. — On sait qu'en Italie on a adopté, depuis quelque temps déjà, la division du jour en vingt-quatre heures numérotées de 1 à 24, de minuit à minuit. Tous les horaires et indicateurs de chemin de fer sont établis sur cette division logique et rationnelle qui, d'après nos informations, serait également appliquée en Belgique à partir du 1er mai prochain.

Pendant que nos voisins vont de l'avant dans la bonne voie, nous ergotons à perte de vue sur la division décimale du temps, et sur l'adoption d'une *heure décimale* (sic), comme si le fait de diviser le jour en cent parties ne supprimait pas l'unité heure qui, par définition, est la vingt-quatrième partie du jour. Nous sommes partisan acharné des réformes, mais encore faut-il que ces réformes répondent à de véritables besoins, et nous avouons que la division du jour en cent parties ne peut amener que confusions, en détruisant le système C.G.S. et toutes les données de la mécanique basées sur la seconde et l'heure (vitesse, accélération, force, puissance, travail, etc). Il faudrait créer toute une nouvelle nomenclature et toute une série de noms nouveaux pour ces nouvelles unités déduites du *cé* (centième de jour) et du *centicé* (dix-millième de jour. C'est insensé.... (Pardon!)

— Il faut croire que l'éclairage en Amérique est tellement répandu et popularisé, que les lampes à incandescence trouvent un débouché suffisant pour tenter les voleurs. Aussi un inventeur a-t-il récemment imaginé un nouveau support qui empêche de retirer la lampe de son support sans la briser lorsqu'elle y a été placée une fois. Cette invention mérite de passer l'Océan, car les vols de lampes à incandescence se pratiquent également dans la vieille Europe.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées). — *Éclairage.* — Après bien des difficultés (n° 49, **1894**, p. 2), et après un procès avec la Compagnie du gaz terminé à l'avantage de la ville (n° 75, **1895**, p. 2), la ville de Bagnères-de-Bigorre est désormais libre de s'éclairer électriquement. Profitant de la situation, M. Soulé vient d'exposer devant le Conseil municipal de Bagnères la question de l'éclairage actuel.

Celui-ci, tout d'abord, constate que pendant l'hiver et même pendant l'été, alors que le nombre de becs de gaz est doublé, certains quartiers manquent totalement d'éclairage.

Il s'empresse de reconnaître d'ailleurs tout aussitôt, que la ville ne peut rien pour faire disparaître cet état de choses, le taux actuel de l'éclairage à Bagnères étant très élevé : quatre centimes et demi par heure et par bec.

« Cependant, dit-il, malgré les économies faites par la municipalité, notre ville dépense pour s'éclairer une somme de 17 000 fr par an, et vote pour éclairer les édifices communaux une somme spéciale de 1500 fr environ, ce qui fait au total une somme de 18 500 fr, que la ville paie à la Compagnie, qui nous éclaire fort mal, et qui fait tout son possible pour prolonger le procès engagé entre Bagnères et elle et faire durer ainsi un état de choses fort préjudiciable pour nous et fort lucratif pour elle. »

Et ce sont ces considérations qui ont amené M. Soulé à rechercher s'il n'y aurait pas un moyen, tout en continuant le procès engagé, de tourner la difficulté et de donner à la ville un meilleur éclairage, tout en ne dépensant pas un centime de plus. Ce moyen, il croit l'avoir trouvé dans l'article 8 du traité passé le 8 mars 1865 entre la ville et la Compagnie d'éclairage au gaz.

Art. 8. — La ville s'engage à dépenser une somme annuelle minimum de 15 000 fr pour l'éclairage municipal intérieur ou extérieur.

« Par conséquent, s'écrie M. Soulé, la ville qui paie une somme de 18 500 fr par an à la Compagnie n'est obligée, par le traité lui-même à dépenser une somme annuelle de 15 000 fr. Ne dépensons alors que cette somme de 15 000 fr et consacrons à la ville l'excédent de 3500 fr. Elle pourra l'employer de la façon suivante.

« Et M. Soulé propose alors à ses collègues du Conseil municipal de faire acheter par la ville une force motrice qui lui permettra d'installer dans les divers quartiers peu éclairés de nouvelles lampes électriques. »

Il montre ensuite que Bagnères, en réalisant cette innovation, ne se chargera pas outre mesure. Bien loin de là.

« Il faudra sans doute emprunter le capital nécessaire à l'entreprise; mais les annuités à verser sont déjà assurées par les 3500 fr que la ville enlèvera à la Compagnie.

« Bien plus, la ville retirera de cette innovation de nombreux et sérieux avantages.

« Elle se livrera d'abord à une expérience personnelle, qui pèsera d'un grand poids sur l'opinion des experts nommés par le Conseil de préfecture des Hautes-Pyrénées au sujet du procès engagé.

« En second lieu, l'emprunt qui sera fait aura d'excellents résultats, car il permettra l'acheminement vers l'éclairage municipal.

« De plus et enfin il y aura là un nouveau moyen d'augmenter les recettes de la ville. Si cette dernière, en effet, ne peut donner l'éclairage aux particuliers, puisque la Compagnie s'est, par le traité du 8 mars 1865, assuré ce monopole, elle pourra, en revanche, leur vendre l'énergie électrique pour actionner des électromoteurs. M. Soulé s'étend longuement sur cette dernière solution; il démontre enfin que la ville entrant dans cette voie favorisera le développement de l'industrie et décide le Conseil à nommer une Commission pour étudier ses propositions.

Belfort. — *Éclairage.* — Dans un rapport qu'il a présenté au Conseil municipal, M. Baillard examine la question de la substitution de l'éclairage électrique à l'éclairage au gaz dans la ville de Belfort. Il en profite pour soumettre à M. le maire une lettre de M. Jourdain, directeur de la station électrique de Bolbec, relativement à une offre des conditions fermes pour l'éclairage total des rues et places de la ville. L'éclairage serait permanent, c'est-à-dire qu'il commencerait chaque jour, pendant toute l'année, à la tombée de la nuit et finirait au jour, sans interruption. Le prix annuel de consommation serait de 40 fr par lampe de 16 bougies. M. Jourdain demande qu'en attendant que le Conseil ait statué sur la proposition pour l'éclairage public total, on lui concède dès maintenant l'éclairage définitif des rues Jacques-Fauquet, de la République et Pierre-Fauquet-Lemaître, depuis la place de la Halle jusqu'à la propriété de M. Capelle. Il ajoute qu'ayant sur ce parcours déjà 15 lampes installées, il suffirait d'en ajouter 4 ou 5 pour compléter l'éclairage de cette partie de la ville, partie la plus fréquentée.

La question de l'éclairage public par l'électricité est donc nettement posée. Après une discussion approfondie et pour que le Conseil soit bien fixé sur la régularité et la valeur du nouveau mode d'éclairage qui devra remplir alors toutes les conditions du cahier des charges passé avec la station électrique de Bolbec, la Commission s'est trouvée d'avis unanime de s'en tenir momentanément à la cession partielle demandée par M. Jourdain.

Cette cession peut d'autant mieux être faite et de suite, que la ville, liée par son traité d'abonnement avec la Compagnie du gaz, dispose cependant d'une somme de 1500 fr, inscrite au budget et appliquée au supplément pour permanence de 8 mois d'hiver.

Cambrai. — *Traction électrique.* — Il est question d'établir dans cette ville des tramways électriques avec fils aériens. Le projet, dont on parle beaucoup, prévoit trois lignes :

La première, partant de Raillencourt, aboutirait à la gare en passant par les rues Cantimpré, des Récollets, du Temple, la place Thiers, les rues des Chanoines, Saint-Martin, la Grand'Place, les rues des Trois-Pigeons, de la Herse, de la Porte-Robert et la nouvelle avenue de la gare.

La seconde ligne partirait du faubourg Saint-Druon pour gagner le faubourg Saint-Roch en traversant les rues Saint-Georges et des Liniers, la Grand'Place, les rues de la République, des Carmes, Saint-Géry, des Anglaises, de Selles, le nouveau boulevard et la rue Lévêque. Un embranchement se dirigerait du Pont-Rouge vers la Neuville.

La troisième irait de la Grand'Place à l'église d'Escan dœuvres par les rues de la République, des Carmes, de la porte Notre-Dame et la route de Valenciennes.

L'exécution de ce projet serait favorablement accueillie du public, tout au moins en ce qui concerne les relations de la ville avec l'extérieur.

Chasseneuil (Charente). — *Éclairage.* — Depuis longtemps il était question d'établir une station centrale dans cette petite ville industrielle, et la municipalité aurait reçu avec bienveillance des offres à ce sujet. Nous apprenons qu'une Société locale est en voie de formation et prendrait le nom de « Société anonyme d'éclairage électrique de Chasseneuil ». Le capital social de cette Société serait de 50 000 fr; la durée, trop courte à notre avis, fixée à 20 années.

Darnétal (Seine-Inférieure). — *Éclairage.* — La question toujours pendante de l'éclairage électrique de cette ville a fait l'objet de plus d'une discussion au Conseil municipal souvent réuni en séance extraordinaire. Il découle de nos informations que l'administration a soumis à deux avocats les deux solutions qui résultent du procès et qui sont les suivantes :

1° Exécution de l'arrêté du Conseil de préfecture en payant les dépens et frais d'expertise, l'indemnité à la Compagnie du gaz pour le préjudice causé depuis le jour de l'autorisation accordée à M. Delaporte jusqu'à l'expertise et des dommages-intérêts annuels à fixer à partir de cette époque jusqu'en 1924, à la fin de la convention de la ville avec le gaz;

2° Retrait de l'autorisation accordée à M. Delaporte, qui devra fermer son usine le 1er septembre 1897. Moyennant cette condition, la Compagnie du gaz s'engage à fournir l'électricité à la ville de Darnétal jusqu'en 1924 au même prix que M. Delaporte et à ne réclamer à la ville aucune indemnité.

Quoique le Conseil n'ait pas encore statué sur la solution à adopter, tout porte à croire que ce sera la deuxième, c'est, en effet, celle qui paraît être la plus économique pour la ville.

Granville (Manche). — *Éclairage.* — Si nous sommes bien informés, la Compagnie du gaz étudie en ce moment un projet d'éclairage de la ville par l'électricité.

Ce ne serait toutefois qu'après entente préalable avec la municipalité et à certaines conditions que ce mode d'éclairage pourrait être substitué à l'éclairage par le gaz reconnu insuffisant et que les progrès de la science ont relégué au second plan.

Nevers. — *Traction électrique.* — Dans une des dernières séances du Conseil municipal il a été déposé une proposition

de traité en vue de l'établissement d'un tramway électrique à Nevers.

Il résulte des informations qui nous parviennent que la maison de qui émane cette proposition a déjà exécuté, dans d'autres villes, de grands travaux et fait des entreprises importantes.

Cependant aucun engagement ne sera pris avec personne avant que les offres qui ont déjà été faites ou qui pourront être faites encore à la ville de Nevers aient été attentivement étudiées et comparées.

L'essentiel pour le moment est de savoir que la question des tramways se trouve soulevée; il y a donc lieu de compter que les lignes nécessaires pour relier les divers quartiers de la ville seront établies dans un délai aussi rapproché que possible, ce qui permettra aux habitants de multiplier les déplacements locaux rapidement et à bon marché.

Pont-de-Roïde (Doubs). — *Éclairage.* — D'ici peu, les rues de cette localité seront éclairées électriquement; les travaux s'avancent et dans quelques mois, les lampes électriques auront partout remplacé les lampes à pétrole.

Toulon. — *Traction électrique.* — On a commencé à poser dans les faubourgs, les colonnes en fonte pour les fils aériens des tramways électriques qui vont enfin, après bien des retards (n°s 81 et 96, **1895**, p. 184 et 543), être mis en exploitation.

ÉTRANGER

Aoste (Italie). — *Traction électrique.* — Il est question, paraît-il, de construire une ligne funiculaire à traction électrique entre Aoste et Martigny par le mont Saint-Bernard. Ce projet a été récemment élaboré par un syndicat anglais. Afin de diminuer les frais de terrassement, on a prévu une voie à crémaillère avec une pente générale de 5 pour 100 jusqu'au col qui est à une hauteur de 2220 m. Les frais de construction de ce chemin de fer seraient évalués à 40 millions de francs. Ce projet n'est pas considéré en Suisse comme pouvant avoir quelque influence sur les relations internationales, car sa pente est par trop considérable, mais comme une nouvelle forme de l'opposition du Piémont au percement du Simplon.

La traction sur ce funiculaire ne pourra s'exercer que pendant les deux tiers environ de l'année, car le mont est enneigé pendant près de quatre mois, toute circulation est par suite interrompue.

Barcelone (Espagne). — *Éclairage.* — La *Empresa Central Catalana de Electricidad* procède avec la plus grande activité aux travaux d'établissement du réseau de distribution; on avance à raison de 300 m de canalisation par jour. Sous peu commencera la pose des câbles d'alimentation. La gérance et la signature sociale appartiennent à M. Alfred Lebon, un des gérants de la Compagnie centrale d'éclairage par le gaz, et à M. Mansana, administrateur général de la Société catalane du gaz.

Bozen-Meran (Allemagne). — *Station centrale.* — Une station centrale, à courant triphasé, est sur le point d'être construite à 7 km de Meran sur la rivière Etsch. La direction des travaux a été confiée à M. Oscar von Miller, de Munich, pour le compte de MM. Ganz et Cie, de Budapest, concessionnaires de l'entreprise. La puissance hydraulique fournie par les eaux de la rivière, sera d'environ 7000 chevaux. Un tiers seulement de cette puissance sera utilisée au début pour la production de l'énergie électrique.

La dérivation projetée fournira aux turbines un débit de 10 m³ par seconde, sous une chute de 70 m.

Les dimensions de l'usine sont calculées en prévision de l'installation de six groupes. Les deux premiers comprendront chacun une turbine à axe vertical couplée directement à une génératrice à courant triphasé de 650 kw à 360 tours par minute. Le tableau de distribution, tout en marbre et monté sur un cadre métallique, aura 18 m de long et comportera tous les instruments nécessaires au contrôle et à la mesure du courant ainsi que les appareils pour le couplage en parallèle des génératrices. Le courant sera transmis dans chacune des deux villes, Bozen et Meran, par 6 câbles supportés par des pylônes et aboutissant à deux sous-stations transformatrices. A Meran, le courant primaire ne subira qu'une seule transformation avant d'être réparti sur le réseau; tandis qu'à Bozen, la tension (10 000 volts) sera d'abord ramenée à 3000 volts par deux transformateurs de 350 kw couplés en parallèle, puis à 115 volts pour l'utilisation par des transformateurs situés sur les divers points principaux du réseau de distribution.

Cette nouvelle station sera, paraît-il, mise en exploitation en septembre 1897. Il est probable qu'avec les moyens économiques dont cette usine disposera pour la production de l'énergie électrique, son agrandissement suivra de près les premières installations. On parle déjà de créer plusieurs lignes de tramways électriques pour relier les deux villes.

Cardiff (Angleterre). — *Station centrale.* — Il était facile de prévoir qu'une ville d'une importance commerciale comme Cardiff ne pouvait manquer de suivre l'exemple des autres villes voisines, qui ont adopté l'éclairage électrique.

Le système de distribution adopté à Cardiff a été la haute tension. Il permettra pour débuter d'alimenter 200 lampes à arc et environ 2000 lampes à incandescence.

A la station centrale, des moteurs à vapeur, l'un de 200 chevaux, l'autre de 150, sont couplés par câbles à un arbre de transmission, actionnant à l'aide de courroies 4 dynamos Brush pour l'éclairage à arc et un alternateur avec son excitatrice pour l'éclairage à incandescence.

Deux autres moteurs à vapeur de 65 chevaux chacun actionnent un deuxième arbre de transmission composé de deux parties, réunies par un couplage à friction. Cet arbre est muni de poulies recevant les courroies des deux alternateurs et une excitatrice. Ces alternateurs peuvent, grâce au couplage mobile de l'arbre, fonctionner ensemble ou séparément.

Les dynamos à arc fonctionnent sous 2700 volts et les alternateurs fournissent un courant alternatif sous 2200 volts. Les lampes à arc sont alimentées en tension et reliées directement aux machines; cette disposition convient tout spécialement à l'éclairage public des rues, tandis que les lampes à incandescence, desservant l'éclairage privé, sont alimentées à 110 volts par des transformateurs installés dans des sous-stations disséminées sur plusieurs points du réseau.

Oxford (Angleterre). — *Éclairage.* — L'éclairage électrique a pris depuis quelques années une extension considérable à Oxford. Déjà, l'an dernier, la Compagnie d'électricité s'était vue obligée d'augmenter la puissance de son usine et d'ajouter une unité de 200 chevaux au matériel préexistant. Cette année, les demandes sont plus nombreuses encore que l'année précédente, aussi l'usine possédera-t-elle bientôt de nouvelles génératrices pouvant donner ensemble 450 kw supplémentaires. On procède actuellement à l'agrandissement du réseau et à l'édification de plusieurs sous-stations de transformation réparties sur divers points du réseau.

Les lampes à arc de l'éclairage des rues, qui ne sont que de 1200 bougies, seront remplacées par d'autres de 2000 et leur nombre sera doublé sur les places et dans les principales grandes rues.

TRANSMISSION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
DE NIAGARA A BUFFALO

La transmission de l'énergie électrique produite par les chutes de Niagara dans la ville de Buffalo, à 41 km de distance, est un fait accompli depuis le 16 novembre dernier. En moins de six ans, les Américains ont asservi la puissance des plus belles chutes du monde, ont créé une cité industrielle où n'existait qu'une petite ville pittoresque, et conduit jusqu'à Buffalo une puissance formidable qui ne trouvait jusqu'ici sur place que d'insuffisants débouchés.

Pour apprécier la rapidité avec laquelle les études et les travaux relatifs à l'utilisation de Niagara ont été exécutés, voici quelques chiffres empruntés à notre confrère *The Electrical Review*, de New-York.

C'est le 5 octobre 1890 que les travaux du tunnel de l'usine de force motrice ont été commencés. Le canal d'arrivée d'eau aux turbines a été terminé en octobre 1892, le tunnel en janvier 1893. La première dynamo de 5000 chevaux a tourné pour la première fois le 5 avril 1895, et le premier abonné à la force motrice, la Pittsburg Reduction C°, a commencé sa fabrication le 26 août 1895. La concession accordée par la ville de Buffalo pour le transport de l'énergie produite au Niagara date du 16 décembre 1895. Les travaux de la ligne ont été commencés le 14 août 1896 et terminés le 15 novembre. Le 16 novembre, à une minute du matin, après quelques essais préliminaires, la transmission de l'énergie se faisait régulièrement, et le 19 novembre, à dix heures du matin, roulait dans Buffalo le premier tramway électrique actionné par les chutes du Niagara.

Voici les conditions générales d'établissement de cette remarquable entreprise :

On sait que les alternateurs de 5000 chevaux installés à Niagara produisent des courants alternatifs diphasés à 2200 volts et à une fréquence de 25 périodes par seconde. Ces courants sont envoyés dans deux transformateurs d'une puissance de 1250 chevaux chacun, où leur potentiel est porté de 2200 à 11 000 volts. Ces transformateurs ont 2,35 m de hauteur, 1,60 m de côté. Ils pèsent chacun 10 tonnes. Les enroulements sont combinés pour que l'on puisse les coupler, de façon à obtenir à volonté 11 000 ou 22 000 volts. On marche actuellement à 11 000 volts. Un troisième transformateur identique aux deux autres sera installé comme réserve, et couplé pour remplacer à volonté l'un des deux autres en cas d'avarie. Toutes les connexions sont faites par dessous, à l'aide de fils bien isolés posés sur des supports en porcelaine. Ces connexions par la partie inférieure rendent faciles le soulèvement, le déplacement et le remplacement d'un transformateur quelconque à l'aide d'un pont roulant. Un moteur de 5 chevaux actionne un ventilateur envoyant un courant d'air dans les transformateurs pour les refroidir. Le rendement de ces transformateurs à pleine charge est de 98 pour 100.

La ligne de transport, aérienne sur la plus grande partie de sa longueur, est posée sur des poteaux en cèdre blanc dont la hauteur varie entre 10 et 20 m ; leur distance varie de 18 à 25 m. Les conducteurs à 19 brins ont une section de 350 000 *circular mils* (175 mm²). Ils sont disposés parallèlement et croisés pour compenser les effets d'induction tous les 8 km.

Le poteaux sont prévus pour recevoir trois lignes distinctes, soit 12 câbles disposés sur deux traverses horizontales recevant 6 câbles chacune. Les câbles reposent à la partie supérieure d'isolateurs en porcelaine à double cloche. Chaque isolateur pèse plus de 5 kg.

Sur une longueur de 1500 m environ, en arrivant à Buffalo, la ligne est établie en souterrain, dans une conduite en ciment.

Les câbles souterrains sont fournis par le *Safety Insulated Wire and Cable C°*, de New-York. Leur section est de 350 000 *circular mils* (175 mm²). L'isolement en caoutchouc a 7 mm d'épaisseur ; il est couvert d'un ruban caoutchouté. Le tube en plomb à 3 pour 100 d'étain dans lequel le câble est enfermé a 3 mm d'épaisseur. L'isolement supporte sans trace d'altération une différence de potentiel de 40 000 volts.

Le courant arrivant à Buffalo à 11 000 volts efficaces — moins les pertes en ligne — traverse deux transformateurs analogues à ceux de Niagara, mais d'une plus faible puissance. Ces transformateurs ramènent le potentiel de transport de 11 000 à 2000 volts. Les courants ainsi transformés sont envoyés à deux transformateurs dimorphes (transformateurs rotatifs) reliés d'une part aux courants diphasés, et, d'autre part, aux barres de distribution sur lesquelles sont branchées les lignes de tramways. Ces transformateurs à six pôles ont une puissance de 500 chevaux chacun et tournent à 500 tours par minute. Ils sont mis en mouvement pour le démarrage, soit par les courants alternatifs diphasés, soit par du courant continu pris sur les barres générales de distribution.

Le contrat passé entre la *Niagara Falls Power C°* et la *Buffalo Street Railway C°*, est relatif à une transmission d'une puissance de 1000 chevaux, puissance mesurée électriquement aux barres de distribution du courant continu alimentant le réseau de tramways. La location est faite à raison de 36 dollars (180 francs) par cheval-an. Telles sont les conditions générales de l'installation actuelle dont l'importance ne tardera pas à se développer, jusqu'à ce que les 8000 chevaux-vapeur actuellement employés pour la traction des tramways de Buffalo, soient exclusivement fournis par les chutes du Niagara.

La concession accordée par la ville de Buffalo stipule que la Compagnie devra être prête à fournir une puissance de 10 000 chevaux dès le 1er juin 1897, et qu'elle devra préparer les augmentations futures au taux de 10 000 chevaux par an pendant les trois années suivantes. On peut donc prévoir qu'avant quatre ans une puissance de *qua-*

rante mille chevaux sera transmise de Niagara à Buffalo, puissance suffisante pour occuper huit turbines de 5000 chevaux. En prévision de ces demandes, la *Niagara Falls Power C°* a décidé d'installer cinq nouvelles unités de 5000 chevaux dans l'extension prévue des puits et de la salle des turbines, dès que les constructions seront achevées.

Dans un temps peu éloigné, grâce aux chutes du Niagara et à l'utilisation gigantesque en cours d'exécution, la région comprise entre Niagara Falls et Buffalo sera, sans contredit, la plus industrielle et la plus active du monde entier. La vieille Europe luttera difficilement contre les produits fabriqués dans des conditions si exceptionnellement favorables. É. Hospitalier.

SUR LA DÉTERMINATION

DES

RENDEMENTS DES MACHINES DYNAMOS

Sous le titre *Nouvelle méthode pour la détermination des rendements*, l'*Éclairage électrique* du 24 octobre 1896 vient de publier un très intéressant article de M. J.-L. Routin, ingénieur à la Société des Forces motrices du Rhône.

La méthode préconisée dans cet article permet de déterminer isolément les différentes pertes d'énergie des machines dynamos, à savoir : d'une part, les pertes mécaniques et le frottement de l'air et, d'autre part, les pertes d'hystérésis et de courants de Foucault. Pour cela on fait tourner l'induit à sa vitesse normale, en actionnant la dynamo en moteur, et l'on coupe brusquement le courant de l'induit et celui des électros; la vitesse va en diminuant depuis la rupture et la diminution d'énergie cinétique du système en mouvement est justement la partie absorbée en frottements de l'induit sur l'air et dans les coussinets. On note la vitesse en fonction du temps.

En faisant la même expérience, mais sans interrompre le courant des électros, l'arrêt est plus rapide, car les pertes comportent en plus celles dues à l'hystérésis, aux courants de Foucault et aux courts-circuits produits par les balais. On fait une nouvelle courbe.

Si l'on connaissait la masse et le rayon de giration du système, on pourrait de chacune de ces courbes déduire les pertes correspondantes, mais ces données sont malaisées à obtenir. L'auteur tourne donc la difficulté en faisant une troisième expérience, mais en ajoutant aux énergies qu'on cherche à déterminer, le travail connu d'un petit frein placé sur la poulie, ce qui donne une équation supplémentaire permettant d'éliminer M et R, la masse et le rayon.

On peut ensuite, de ces trois expériences, par un graphique très simple, déduire le rendement de la machine étudiée.

Nous croyons que les méthodes basées sur le principe de la chute de vitesse de l'induit en rotation libre ou magnétiquement gênée, sont trop peu employées en pratique, et qu'elles peuvent donner très facilement des résultats peu commodes à obtenir par d'autres manières.

La critique que nous pourrions faire de l'article de M. Routin, ne porterait donc pas sur la question de principe, mais sur ce que, si cette méthode offre l'avantage de ne nécessiter qu'une faible puissance, elle exige, par contre, l'emploi d'un tachymètre et le pointage difficile de la vitesse en fonction du temps. Il nous semble donc que celle que nous avons donnée dans l'*Électricien* le 19 octobre 1889, présente, dans bien des cas, des avantages de simplicité très appréciables.

Le propriétaire d'une machine dynamo, qu'il soit constructeur ou industriel, doit posséder nécessairement, à de rares exceptions près, la puissance voulue pour déterminer le *rendement industriel* de cette machine; le *rendement électrique* lui est également facile à obtenir par le calcul des pertes en chaleur dans les électros et dans l'induit. On peut donc, par différence, savoir la puissance P qui est dissipée :

1° A, en résistances mécaniques passives;

2° B, en courants de Foucault, en hystérésis, en court-circuit par les balais et en courants de couplage.

Nous lançons la machine à sa vitesse normale, coupons brusquement les électros et l'induit et observons le temps T que l'induit met à s'arrêter. Dans une seconde expérience semblable, nous ne coupons seulement que le courant traversant l'induit; il s'arrête alors plus rapidement au bout d'un temps t.

Des deux équations

$$P = A + B$$

$$\frac{A}{A+B} = \frac{T}{t}$$

nous tirons

$$A = \frac{PT}{t}$$

et

$$B = P\left(1 - \frac{T}{t}\right)$$

On peut, d'ailleurs, dans le cas où l'on ne voudrait pas déterminer directement le rendement industriel, obtenir très simplement le terme P, en faisant tourner l'induit à vide avec, dans les électros, le courant d'excitation donnant à l'induit le champ magnétique égal à celui qui correspond à la pleine charge en marche normale et mesurer la puissance absorbée pour maintenir la dynamo en marche sans production de puissance utile.

Nous terminerons en insistant sur ce point que nous n'avons pas tant cherché, dans cet article, à mettre en avant la question de priorité du principe, qu'à remettre en mémoire une méthode qui présente sûrement quelque intérêt. Paul Bary.

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE
DE L'AVENUE DE L'OPÉRA

Dès 1878, l'avenue de l'Opéra, à peine achevée à cette époque, était éclairée, dans toute sa longueur, par des bougies Jablochkoff. Quelques années après, cet éclairage disparut, et l'avenue était plongée à nouveau dans la demi-obscurité caractéristique de l'éclairage au gaz, après la fermeture des boutiques.

Mais depuis le 23 novembre dernier, la lumière électrique a fait à nouveau son apparition, et cette fois, il faut l'espérer, d'une façon définitive, car elle donne à l'avenue une gaieté, une vie dont tous, Parisiens et étrangers, ne peuvent que se féliciter.

L'éclairage électrique de l'avenue de l'Opéra est réalisé au moyen des courants alternatifs de l'usine municipale d'électricité des Halles Centrales, dont les canalisations occupaient déjà une partie de l'avenue.

Cet éclairage est doublement intéressant, d'abord parce qu'il s'applique à l'une des plus belles voies de Paris à laquelle il donnera la gaieté et la lumière qui lui manquaient un peu jusqu'à ce jour; ensuite, parce que c'est la première fois que l'on a appliqué en grand, à Paris, l'éclairage électrique par courants alternatifs à une voie publique.

Dans les villes où l'on a employé ces courants à l'éclairage public (à Rome par exemple), on a monté généralement les lampes par séries de 30 à 40; mais on arrive ainsi à faire passer dans ces appareils des courants excessivement dangereux. A Rome, malgré toutes les précautions prises, deux ouvriers ont été foudroyés il y a peu de temps.

Les ingénieurs du service municipal ont voulu obtenir un éclairage non seulement économique au point de vue des canalisations, mais offrant en outre toute sécurité. Pour cette raison ils n'ont pas voulu dépasser, dans le circuit d'alimentation, la limite de tension généralement adoptée avec les courants alternatifs, soit 220 volts. Avec cette tension on a pu monter 5 lampes en série, ce qui a conduit, pour les 50 lampes de l'avenue, à établir 10 circuits. Dans chaque circuit, la tension de 220 volts se divise comme il suit :

5 lampes à 36 volts.	180 volts.
Canalisation	20 —
Bobine de self-induction	20 —
Total.	220 volts.

La bobine de self-induction est placée à l'origine du circuit. Son but est de donner plus de stabilité aux arcs. Elle remplace les résistances ohmiques employées avec les courants continus, mais elle a sur celles-ci l'avantage de n'absorber que très peu d'énergie.

Canalisation. — Dans chaque circuit la canalisation souterraine est constituée par un câble concentrique armé fourni par la Société industrielle des téléphones. Le câble concentrique a été choisi pour éviter les effets d'induction qui se produisent avec les courants alternatifs dans des conducteurs parallèles (fig. 1). Ce câble offre les spécifications suivantes :

1° Ame en cuivre de haute conductibilité de 12 mm² de section; 2° Couche isolante en jute imprégné, de 3,5 mm d'épaisseur; 3° Conducteur annulaire en cuivre de haute conductibilité de 12 mm² de section; 4° Couche isolante en jute imprégné, de 4,5 mm d'épaisseur; 5° Double gaine en plomb; 6° Matelas de protection en tresse asphaltée de 2 mm d'épaisseur; 7° Armature en fer feuillard; 8° Tresse goudronnée.

Ces câbles sont placés sous les trottoirs de l'avenue de l'Opéra, dans des tranchées de 60 cm de profondeur; un grillage métallique régnant à 30 cm au-dessous du sol les signale à l'attention des terrassiers. La longueur totale des 10 circuits est de 4000 m.

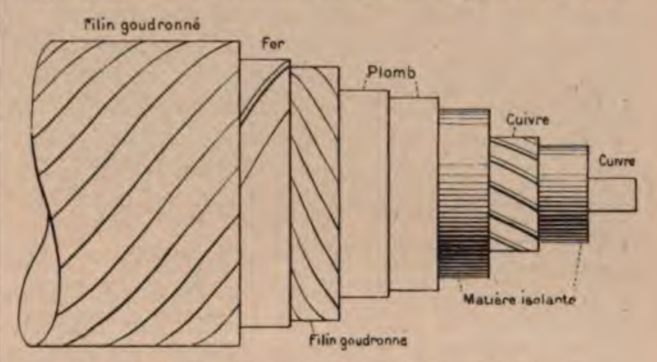


Fig. 1. — Câble de l'éclairage électrique de l avenue de l'Opéra. Grandeur naturelle.

Branchements. — Un branchement est établi dans l'intérieur de chacun des candélabres supportant les lampes électriques. Le câble concentrique est amené, jusqu'à une boîte de connexion en métal dans laquelle il pénètre par deux ouvertures situées à la partie inférieure. A l'intérieur de la boîte se fait la connexion des conducteurs annulaires du câble. A cet effet, les fils constituant ce conducteur sont réunis autour de la tige d'un petit boulon et placés entre trois rondelles de cuivre; le serrage de l'ensemble est obtenu par l'écrou du boulon. L'âme du câble concentrique sort de la boîte par deux ouvertures dont les bords sont isolés, et est reliée à un commutateur bipolaire à deux directions servant à faire passer le courant soit dans la lampe, soit dans une résistance portative équivalente à celle-ci. Pour relier la lampe au commutateur, deux fils isolés au caoutchouc sont placés dans l'intérieur du candélabre.

Lampes. — Les lampes à arc installées pour l'éclairage de l'avenue de l'Opéra sont des lampes Kremenczky, qui ont été choisies à la suite d'un concours organisé au laboratoire de l'usine des Halles. Cette lampe est différen-

tielle et à point lumineux fixe. Le rapprochement des charbons se produit sous l'action du porte-charbon supérieur. Les deux porte-charbons sont reliés par une chaîne qui les entraîne d'un mouvement commun d'écart ou de rapprochement. Cette chaîne passe sur une roue dentée commandant un système d'engrenages dont la dernière pièce est formée par une roue à ailettes, munie d'un disque, sur lequel vient s'appuyer un sabot formant frein. Ce frein est suspendu par l'intermédiaire d'une tige à l'un des bras d'une sorte de fléau de balance dont les extrémités sont reliées aux noyaux de deux solénoïdes; un de ceux-ci est en dérivation et l'autre en série sur le courant. Tout le système d'engrenages est en outre relié au même bras de fléau que le frein (celui qui est placé du côté du solénoïde en série) au moyen d'une tige de suspension.

Le rapprochement des charbons pour l'allumage est produit par l'action du solénoïde en dérivation et, au moment où ceux-ci arrivent au contact, le courant passant dans la bobine placée en série attire le noyau de cette bobine; le frein venant alors en contact avec le disque de la roue à ailettes arrête le mouvement des porte-charbons. Le système d'engrenages se trouvant abaissé par ce mouvement du fléau produit l'écart des charbons et l'arc jaillit entre eux.

Les lampes installées avenue de l'Opéra sont réglées pour une intensité de 14 ampères et fonctionnent sous une différence de potentiel de 36 volts. Les charbons employés ont 15 et 16 mm de diamètre, un charbon homogène de 15 mm étant placé dans le porte-charbon inférieur et un charbon à mèche de 16 mm étant placé dans le porte-charbon supérieur de façon à obtenir un meilleur éclairage *du sol.*

Candélabres. — Les candélabres supportant les lampes ont 5 m de hauteur; leur modèle a été étudié spécialement pour l'avenue de l'Opéra; ces candélabres sont placés face à face sur chacun des trottoirs et à une distance d'environ 28 à 30 m dans le sens longitudinal. Les refuges placés dans l'axe de la chaussée sont également munis de candélabres électriques. La figure 2 représente un de ces candélabres.



Fig. 2. — Candélabre de l'avenue de l'Opéra Échelle : 1/50.

Distribution. — Les lampes éclairant l'avenue sont au nombre de 50; elles forment deux belles lignes de feux convergeant vers l'Opéra.

Ces 50 lampes sont partagées en 10 circuits de 5 lampes chacun. Cinq de ces circuits seront en régime permanent, c'est-à-dire que les lampes brûleront pendant toute la nuit; les cinq autres seront en régime variable, et éteints à 1 heure 30 du matin.

Le courant primaire est fourni par l'usine des Halles à la tension de 2400 volts. Pour l'abaisser à la tension acceptée dans les circuits, soit 220 volts, on emploie 2 transformateurs d'une puissance de 15 kw chacun, à raison d'un transformateur par 25 lampes. Un de ces transformateurs alimente les lampes en régime permanent, et l'autre les lampes en régime variable, l'un et l'autre travaillent ainsi toujours à pleine charge.

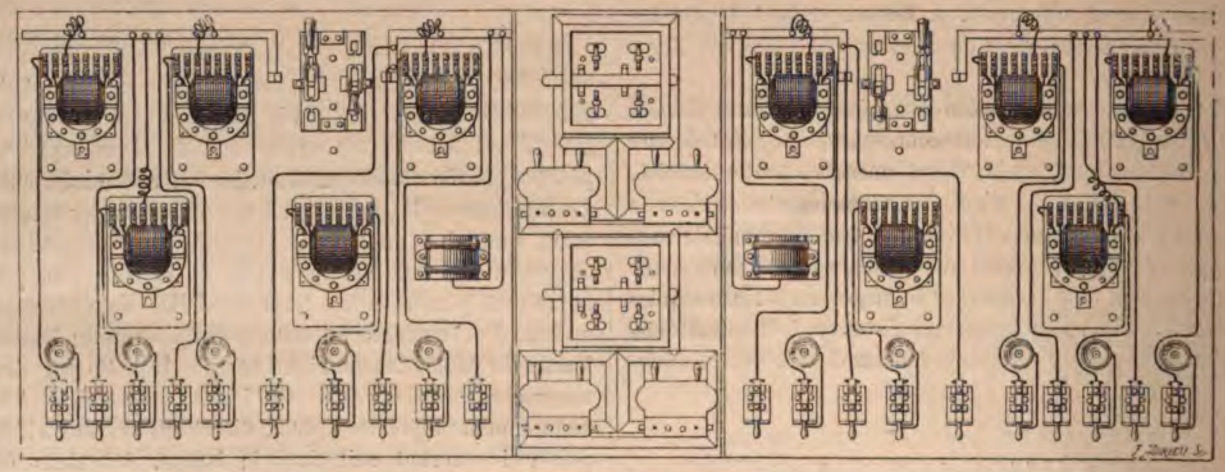


Fig. 3. — Tableau de distribution développé de l'éclairage électrique de l'avenue de l'Opéra.

Ces transformateurs, du système Labour, ont été fournis par la Société l'Éclairage électrique, sont placés dans un kiosque situé à l'angle de la rue des Petits-Champs et de l'avenue de l'Opéra. Dans ce kiosque a également été placé le tableau de distribution. Ce tableau est composé de 7 panneaux en marbre blanc. La figure 3 le représente développé.

Le panneau central porte les appareils primaires, se composant de 2 commutateurs bipolaires à barrettes, et de 4 plombs fusibles, isolés à l'huile; ces appareils relient les transformateurs à la canalisation primaire.

Les appareils secondaires sont placés sur les 6 autres tableaux, disposés symétriquement par 3 de chaque côté du panneau central. Chaque groupe de ces tableaux supporte :

1 appareil de mise à la terre système Cardew.

1 commutateur bipolaire à 2 directions indépendantes, au moyen duquel les circuits variables ou permanents peuvent être indifféremment branchés sur l'un ou l'autre des transformateurs.

10 barrettes à plomb fusible, formant commutateurs, à raison de 2 par circuit.

5 broches de prise de courant pour ampèremètre, servant à vérifier le débit dans chaque circuit.

5 bobines de self-induction à raison d'une par circuit.

Le plancher du kiosque est recouvert d'un tapis isolant et il est expressément défendu aux électriciens de toucher aux appareils sans être munis de gants en caoutchouc.

En raison de l'enchevêtrement des circuits on n'a pas jugé indispensable d'installer dans les candélabres des dériveurs automatiques. Lorsque le courant sera interrompu dans un circuit, l'électricien de service le rétablira en remplaçant la lampe à l'écart par une résistance équivalente au moyen du commutateur et de la douille à double contact placés dans la borne de chaque candélabre.

Ces travaux ont été exécutés par les soins de M. Lartigue, chef du service extérieur de l'usine des Halles, sous la direction de M. Maréchal. A. Z.

INFLUENCE DE L'ATMOSPHÈRE AMBIANTE

SUR

LA LAMPE HEFNER ET LA LAMPE AU PENTANE

La lampe Hefner ayant été provisoirement et officieusement adoptée comme étalon pratique d'intensité lumineuse [1], il est intéressant de voir dans quelles limites et conditions on peut compter sur la constance de son intensité. Nous trouvons les éléments de cette appréciation dans les études mêmes auxquelles s'est livré à cet égard l'Institut physico-technique allemand et dont les résultats sont consignés, sous la signature du Dr Liebenthal, dans le *Zeitschrift für Instrumentenkunde* de 1895.

Ces épreuves ont été d'ailleurs conduites concurremment sur la lampe au pentane, prônée comme étalon international d'intensité lumineuse au Congrès de Chicago, en 1893. Nous en analysons le compte-rendu, heureux de faire ainsi d'une pierre deux coups.

Une série de lampes à incandescence constantes a servi de terme de comparaison indépendant des actions atmosphériques.

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, numéros 112 et 114, des 25 août et 25 septembre 1896.

I. — Recherches sur la lampe Hefner

Influence de l'humidité de l'air. — Les mesures photométriques relevées sur la lampe Hefner prouvent que son intensité subit au cours d'une année des variations sensibles. Ces variations, en dépit de toutes les précautions prises pour le renouvellement de l'air et le maintien d'une bonne aération dans la chambre photométrique avant et pendant chaque observation ne peuvent être attribuées à la présence de l'acide carbonique; les oscillations de la pression atmosphérique sont, d'autre part, comme on le verra plus loin, impuissantes à les expliquer. Aussi a-t-on été conduit à en chercher la cause dans l'état hygrométrique de l'air. A l'appui de cette hypothèse on avait d'ailleurs déjà constaté que la lampe Hefner avait une intensité notablement plus grande en hiver qu'en été. On avait en outre remarqué une diminution considérable de cette intensité quand on laissait pénétrer dans la chambre d'expériences de la vapeur d'eau issue d'une pièce voisine.

L'étude de cette question exigeait cependant des observations plus précises. Déjà l'hygromètre à cheveu fournissait des indications positives sur l'origine des variations de l'intensité lumineuse de la lampe; mais l'emploi du psychromètre aspirateur d'Assmann permit de mesurer exactement cette action de l'humidité atmosphérique. 316 observations ont été relevées à l'aide de cet appareil et réunies en tableau, notamment pour les mois d'avril et juillet 1894 et pour le mois de février 1895. L'humidité x indiquée en regard de chaque jour est la moyenne de trois observations. En raison des phénomènes physiques que présente la flamme, l'humidité n'était pas mesurée d'après le poids, comme on le fait habituellement, mais bien, comme pour les dosages en acide carbonique, d'après le volume occupé dans 1 m³ d'air sec, sans acide carbonique, par la vapeur d'eau, à la température θ de l'air et sous la pression barométrique h. Elle est en conséquence donnée par l'expression

$$x = 1000 \frac{p}{h - p - p'},$$

dans laquelle p est la tension de la vapeur d'eau déduite de la différence psychrométrique $(\theta - \theta')$ d'après la formule de Sprung

$$p = p' - \frac{1}{2}(\theta - \theta')\frac{h}{755}$$

et p' la pression, négligeable dans le cas considéré, due à la présence de l'acide carbonique dans l'air. Les intensités lumineuses observées y' sont les moyennes de 20 observations photométriques relevées chaque fois par un observateur placé au cathétomètre. Comme étalon on a pris la moyenne d'intensités lumineuses fournies pendant plusieurs années par un grand nombre de lampes Hefner.

La transcription graphique des intensités lumineuses observées, en fonction de l'humidité atmosphérique, donne une série de points également répartis, dans d'étroites limites, des deux côtés d'une ligne droite. Cette

intensité lumineuse y est, en conséquence, représentée en fonction de l'humidité x par une équation de la forme

$$y = a - bx,$$

dans laquelle les constantes a et b sont à déterminer. L'application de la méthode des moindres carrés aux chiffres fournis par les observations donne pour ces constantes les valeurs respectives suivantes

$$a = 1{,}0486 \quad \text{et} \quad b = 0{,}00553.$$

L'emploi de l'expression

$$y = a - bx + cx^2$$

donnerait les valeurs suivantes

$$a = 1{,}0525; \quad b = 0{,}00641; \quad c = 0{,}0000449.$$

Ces valeurs concordant moins bien que les premières avec les observations, celles-ci méritent par suite, et en raison de leur simplicité, la préférence.

On a donc, entre l'intensité lumineuse y et l'état hygrométrique x de l'air, dans les limites d'humidité considérées de 3 à 18 litres par mètre cube, une relation de la forme

$$y = 1{,}049 - 0{,}0055x \qquad (1)$$

ou

$$y = 1{,}049\,(1 - 0{,}0053x). \qquad (2)$$

La figure 1 représente la droite correspondant à cette équation.

On voit ainsi que, plus la teneur en humidité augmente,

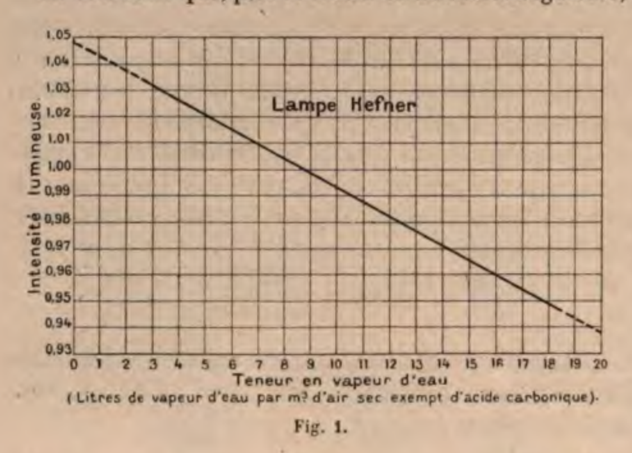


Fig. 1.

plus l'intensité lumineuse diminue, et ce, de 0,0055 par litre de vapeur d'eau contenue dans un mètre cube d'air sec, soit, en moyenne, de 0,55 pour 100.

La comparaison entre les valeurs observées et calculées de y indique (à l'exception d'un seul écart anormal de 1,2 pour 100, qui peut être attribué soit à un défaut de réglage exact de la hauteur de flamme, soit à une erreur d'observation) un écart maximum de 0,9 pour 100, et, en moyenne, de $\pm$ 0,41 pour 100.

L'expression 1 *permet donc de calculer exactement, à* $\pm$ 0,4 *pour* 100 *près, l'intensité lumineuse de la lampe Hefner en tenant compte de l'humidité de l'air.*

Indépendamment du tableau très complet qui a servi à établir et contrôler cette formule, il en a encore été dressé deux autres, dont l'un donne du 1er avril 1894 au 31 mars 1895, les maxima, les minima et les moyennes mensuelles des intensités lumineuses et des états hygrométriques observés; l'autre indique les valeurs moyennes des moyennes mensuelles relevées pendant les années 1892 à 1894. Il résulte de leur examen que l'intensité de la lampe Hefner est de 3,5 pour 100, en moyenne, supérieure pendant les mois d'hiver à ce qu'elle est pendant les mois d'été. En ce qui concerne la dernière année, les mois de mars, avril, mai, octobre et novembre ont donné sensiblement l'intensité normale, soit $y = 1$, tandis que, de juin à septembre, l'intensité a été de 2 pour 100 plus faible, et, de décembre à février, de 2 pour 100, à peu près, plus élevée. Il faut reconnaître cependant que les écarts extrêmes, dans un même mois, ne sont pas insignifiants; ainsi, pour le mois de mai 1894, la différence entre le maximum et le minimum a été de 5 pour 100. Dans cette même année, la moindre intensité lumineuse (0,948) a été constatée en juillet, et la plus forte (1,033) en janvier et février; les contenances correspondantes de l'air en vapeur d'eau étaient respectivement de 18,48 et de 3,18 litres par mètre cube. Pendant la dernière année l'intensité lumineuse a oscillé de 8,5 pour 100 et son écart moyen a été de $\pm$ 1,78 pour 100.

Ce faible écart moyen en plus ou en moins montre que, si la définition originaire de la lampe-étalon Hefner ne tient pas compte de l'état hygrométrique de l'air, elle suffit néanmoins comme approximation pour les besoins de la pratique. Veut-on cependant une plus grande précision, il faut indiquer à quel état hygrométrique de l'air correspond l'intensité lumineuse de la lampe prise comme étalon, et des raisons pratiques obligent à choisir un état hygrométrique *moyen*. C'est, en réalité, ce que faisait l'Institut physico-technique allemand avant la détermination numérique des constantes ici considérées, toutes ses mesures étant prises en fonction de la *moyenne* des intensités lumineuses fournies par une série de lampes Hefner depuis plusieurs années. D'après l'équation (1) qui donne

$$y = 1,$$

pour

$$x = 8{,}8,$$

cette valeur correspond à une teneur en vapeur d'eau de 8,8 litres par m³.

On peut donc dire que :

L'intensité lumineuse prise comme unité pratique sous le nom d'« étalon Hefner » dans les mesures de l'Institut physico-technique allemand est exactement l'intensité lumineuse de la lampe Hefner brûlant dans une atmosphère chargée de 8,8 litres de vapeur d'eau par mètre cube d'air sec.

Indépendamment de ce que cette teneur en vapeur d'eau est tout à fait arbitrairement choisie, l'humidité atmosphérique varie constamment en un même lieu et

diffère d'un endroit à un autre, ce qui rend à peu près impossible la réalisation de cette condition.

L'emploi de l'hygromètre à cheveu convenablement manié et après les corrections nécessaires conduit également à des résultats satisfaisants. On introduit alors dans la formule de l'intensité lumineuse y l'humidité exprimée en fonction de la tension p de la vapeur d'eau. Elle est donnée par la relation

$$y = 1{,}050 - 0{,}0075\, p. \qquad (3)$$

L'Institut physico-technique a procédé à cette détermination à l'aide de son hygromètre, après une série d'observations comparatives entre les indications de cet appareil et du psychromètre, d'où résultait un écart possible de 4 pour 100 dans les chiffres fournis.

La tension de la valeur p étant donnée par la formule

$$p = p_1 \frac{e}{100},$$

dans laquelle p_1 est la tension correspondant à la saturation pour la température θ observée et $\frac{e}{100}$ l'humidité relative en centièmes, et la température du laboratoire s'élevant, dans les jours de grandes chaleurs, à 26° C, température à laquelle la tension maxima de la vapeur d'eau atteint 25 mm, l'erreur de 4 pour 100 dans la détermination de l'humidité relative en introduit une de 1 mm dans celle de la tension p, et, par suite, d'après l'équation (3), une différence de 0,7 pour 100 dans l'évaluation de l'intensité lumineuse.

En posant

$$0{,}0075 \cdot \frac{p_1}{100} = \alpha,$$

on peut mettre l'expression (3) sous la forme plus commode

$$y = 1{,}050 - \alpha\, e. \qquad (4)$$

En calculant alors, d'après la tension de la vapeur à saturation, les valeurs de α pour les températures de 16° à 26° C intervenant dans les observations, et les introduisant dans l'expression (4), on a pu dresser un tableau donnant les valeurs correspondantes de l'intensité lumineuse. Ce tableau à deux entrées, donnant, d'une part, les teneurs en humidité de 10 en 10 pour 100, depuis 10 jusqu'à 90 pour 100, et, d'autre part, les intensités lumineuses pour des températures variant de degré en degré entre 16° et 26°, permet l'évaluation, au moyen de l'hygromètre employé, de l'intensité relative d'une source lumineuse en fonction de la lampe Hefner.

Influence de la pression atmosphérique. — La discussion graphique des intensités lumineuses observées et l'étude des chiffres fournis par les tableaux de l'Institut physico-technique montrent que l'influence de la pression atmosphérique, dans les limites de 735 à 755 mm entre lesquelles on a opéré, est très faible. Si, en effet, on désigne par Δy la variation d'intensité lumineuse correspondant à la hauteur barométrique h, on a, d'après l'ensemble des mesures, l'équation

$$\Delta y = -0{,}0032 + 0{,}00011\,(b - 730), \quad (5)$$

qu'on peut également écrire

$$\Delta y = 0{,}00011\,(b - 760). \qquad (6)$$

Cette expression, qui suppose naturellement l'emploi d'appareils d'observation suffisants, montrerait que la formule (1) s'applique à une pression de 760 mm et que, à une variation barométrique de 40 mm, ne correspond qu'une différence d'intensité lumineuse de 0,4 pour 100.

Des observations directes ont d'ailleurs donné

Pour une diminution de pression de.	50	100	150	200	250 mm,
Une réduction d'intensité lumineuse de.	0,8	2,6	5,3	9,4	14,8 pour 100,

tandis qu'une augmentation de pression de 150 mm ne produit aucune différence dans cette intensité. Il ne faut cependant pas attribuer à ces mesures une grande précision, attendu que la lampe Hefner ne brûlait pas en repos, notamment sous un excès de pression, et que le photomètre Weber employé était alimenté à la benzine qui ne permet pas un réglage exact de la hauteur de flamme; de plus, malgré les dispositions prises pour la ventilation, l'appareil était exposé à des variations sans contrôle.

Influence de l'acide carbonique. — Cette étude a donné lieu à quatre séries d'observations. On a d'abord mesuré l'intensité de la lampe Hefner dans une atmosphère d'air pur; on a ensuite longuement ventilé la chambre d'observation; puis on a introduit en une ou plusieurs fois une plus grande quantité d'acide carbonique dans la chambre photométrique, et finalement on a peu à peu réduit la teneur de l'air en acide carbonique par ouvertures multipliées, et de courte durée, de la fenêtre. Cette manière de procéder empêchait l'air de se vicier par défaut d'oxygène, en raison de la présence de deux observateurs pendant une épreuve de plusieurs heures. Chacun de ces états atmosphériques était éprouvé, tant au point de vue photométrique que comme teneur en acide carbonique, à l'aide d'un échantillon d'air prélevé dans le voisinage de la flamme avec une bouteille de 5 litres. On prenait en même temps des lectures au psychromètre.

Le dosage de l'acide carbonique a été fait d'après la méthode de Hempel, plus commode par la détermination en volumes que celle de Pettenkorfer par la détermination en poids.

Il a été dressé un tableau des résultats obtenus, pour une teneur constante de vapeur d'eau, et l'on en a déduit pour la valeur y de l'intensité lumineuse de la lampe Hefner, en fonction de la quantité d'acide carbonique x' en litres contenue dans 1 m³ d'air sec et pur d'acide carbonique, la formule suivante qui subsiste pour des teneurs de 0,6 à 13,7 litres d'acide carbonique par m³ :

$$y = 1{,}012 - 0{,}0072\, x', \qquad (7)$$

dans laquelle la première constante du second membre représente l'intensité lumineuse correspondant à l'humidité moyenne de l'air dans les conditions de l'expérience.

La figure 2 donne la représentation graphique de ces résultats de mesures. On y voit qu'une variation de 1 litre d'acide carbonique par m³ d'air par produit une différence de 0,0072 dans l'intensité lumineuse de la lampe Hefner, soit environ 0,7 pour 100.

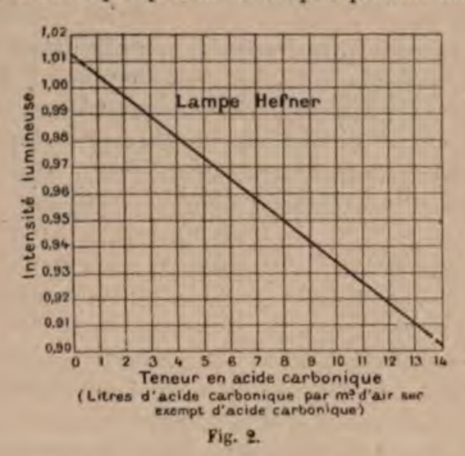


Fig. 2.

Les chiffres du tableau donnent, comme teneur inférieure en acide carbonique dans une pièce fraîchement aérée, de 0,62 à 0,93 litre par m³, et encore cette dernière proportion, qui ne se rencontre qu'une fois, au début de la quatrième série d'expériences, semble-t-elle indiquer une quantité résiduelle d'acide carbonique provenant des jours précédents et ayant résisté à la ventilation.

La teneur, en acide carbonique, de l'air renouvelé dans une chambre d'observation plus grande, bien ventilée, étant d'environ 0,5 litre par m³, il en résulte que l'intensité lumineuse n'y varie que de 0,2 pour 100, proportion qui reste absolument dans les limites des erreurs d'observation. Le renouvellement de l'air suffit en conséquence parfaitement aux mesures faites à l'aide de la lampe Hefner.

En comparant les expressions (1) et (7), on voit qu'à volumes relatifs égaux la vapeur d'eau et l'acide carbonique exercent des actions inégales, dans le rapport de 1 à 1,3, sur l'intensité lumineuse de la lampe. On peut expliquer cette différence par l'hypothèse que la diminution d'intensité lumineuse provient d'un abaissement de température qui se manifeste surtout dans la flamme en raison de l'inégal échauffement des mélanges gazeux dans la combustion. Ainsi, entre 0° et 200° C, les chaleurs spécifiques moyennes de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau sont, à volumes égaux, dans le rapport de 0,429 à 0,387, où comme 1,11 est à 1, et ce rapport peut encore augmenter à la température des flammes; Regnault a en effet établi d'une manière positive, pour l'acide carbonique, une augmentation de la chaleur spécifique avec la température.

D'ailleurs, si, à égalité de volume, l'acide carbonique a plus d'action que la vapeur d'eau sur l'intensité lumineuse, il exerce en réalité moins d'influence que l'humidité en raison de la moindre quantité qu'en contient l'air.

Moindre teneur en oxygène. — Il est évident qu'une faible diminution de l'oxygène dans l'atmosphère de combustion doit réduire dans une proportion relativement élevée l'intensité lumineuse; elle équivaut en effet à une augmentation correspondante des autres éléments atmosphériques et notamment de l'azote. Si l'on désigne par $V = 209$ litres la contenance normale d'un mètre cube d'air en oxygène, et par $V' = V - x''$ la contenance, en litres, d'oxygène d'un air moins riche, x et x' étant d'ailleurs les teneurs en vapeur d'eau et en acide carbonique, V litres d'oxygène correspondent dans le premier cas à

$(1000 - V)$ litres d'azote; x litres de vapeur d'eau; x' litres d'acide carbonique;

et dans le second cas à

$\left(\frac{V}{V'}1000 - V\right)$ litres d'azote; $\frac{V}{V'}x$ litres de vapeur d'eau; $\frac{V}{V'}x'$ litres d'acide carbonique;

de telle sorte que les quantités relatives plus grandes de ces trois éléments sont, dans le dernier cas, de

$$4{,}8\,x'' \text{ d'azote}; \quad 0{,}0048\,x''\,.\,x \text{ de vapeur d'eau}; \quad 0{,}0048\,x''\,.\,x' \text{ d'acide carbonique}. \qquad (8)$$

Si l'on admet maintenant, pour se faire une idée de la variation d'intensité lumineuse qui en résulte, que l'enrichissement en oxygène n'ait d'autre effet que de diminuer la température de la flamme par suite de son échauffement, dès lors, la chaleur spécifique de l'azote étant de 0,306, et celle de la vapeur d'eau de 0,387, les 4,8 x'' d'azote n'auront pour résultat, puisque 1 litre de vapeur d'eau par m³ réduit de 0,0055 l'intensité lumineuse de la lampe Hefner, que de diminuer cette intensité de

$$\frac{4{,}8\,.\,0{,}306\,.\,0{,}0055}{0{,}387}x'' = 0{,}021\,x'',$$

soit environ 2 x'' pour 100 de l'intensité lumineuse Hefner; par contre la teneur relative plus grande en vapeur d'eau et en acide carbonique, fournie par les évaluations (8) ci-dessus, ne donnerait pas en tout 1 pour 100 de variation d'intensité, même pour un air très vicié et une moindre teneur en oxygène. En conséquence 1 litre d'oxygène de moins par m³ d'air diminue de 2 pour 100 l'intensité lumineuse de la lampe.

Les épreuves photométriques au moyen de la lampe Hefner exigent donc comme première condition fondamentale un espace suffisamment grand et bien aéré, d'autant plus que la désoxygénation de l'air par la respiration et la combustion coïncide avec une augmentation de teneur en vapeur d'eau et en acide carbonique. De très petits espaces, tels que tous les appareils photomé-

triques complètement clos, donnent lieu à des erreurs considérables.

II. — Recherches sur la lampe au pentane

Description. — La lampe dont il est ici question est celle du dernier modèle construit par Woodhouse et Rawson. Elle est essentiellement constituée (fig. 3) par un réservoir A qui lui sert de pied et dont le col est muni d'une garniture métallique B portant le conduit de mèche C et son enveloppe D. Une saillie *a* de la garniture B permet d'y fixer par un mouvement de baïonnette le tube E. Deux tiges latérales F à glissières relient ce dernier à la cheminée G, au bas de laquelle sont pratiquées deux fentes opposées *b* permettant de voir la pointe de la flamme. La distance de la cheminée G et du tube E se règle au moyen de deux jauges cylindriques annexées à la lampe (fig. 3 *a* et 3 *b*). Les hauteurs de ces deux jauges sont calculées de manière à faire fournir à la lampe des intensités lumineuses respectives soit de 1 ou de 1,5, soit de 2 bougies anglaises. L'objet des recherches de l'Institut physico-technique étant de constater tout d'abord l'action relative de l'humidité sur la

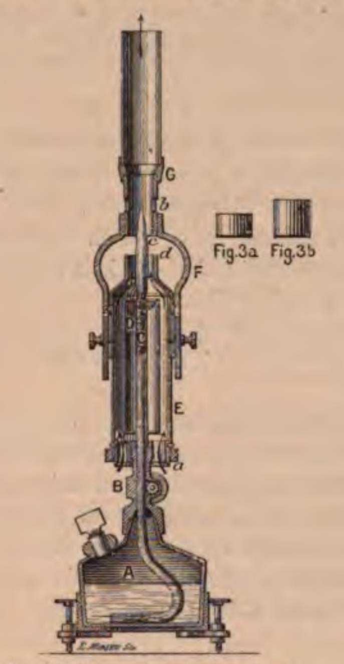


Fig. 3. — Lampe étalon au pentane.

lampe Hefner et sur la lampe au pentane, il n'y a été mis en expérience qu'une lampe d'*une* seule bougie. Il resterait encore à étudier le degré de précision possible des mesures et l'influence de la qualité du combustible.

Dans les conditions ci-dessus indiquées la flamme est alimentée par un air préalablement échauffé et aveuglée, sauf en sa partie médiane, par les deux tubes E et G. Malgré cette disposition on y constate des variations assez importantes d'intensité lumineuse par le mouvement de va-et-vient de la pointe de la flamme dans les limites des ouvertures *b* qui ont environ 10 mm de haut. Ainsi ces variations sont entre elles comme 97,9 : 99,5 : 100 : 99.5 : 97,5, selon que la pointe de la flamme affleure le bord inférieur de *b*, ou atteint 1/3, 1/2 ou 2/3 de sa hauteur, ou qu'elle arrive au bord supérieur. Il en résulte, comme on voit, des oscillations relativement grandes de la flamme au voisinage des bords supérieur et inférieur de *b*, tandis que, dans la partie médiane, l'intensité est sensiblement constante. Aussi prendra-t-on le *milieu* de cet intervalle comme repère de la hauteur de flamme, et l'intensité lumineuse correspondante comme intensité normale.

De plus fortes variations de hauteur de flamme donnent lieu à des altérations inadmissibles même pour les comparaisons courantes de la pratique. C'est ainsi qu'une pénétration de 7 mm de la pointe dans la cheminée fait baisser l'intensité lumineuse de 8 pour 100 par rapport à l'intensité normale, et que celle-ci se réduit encore d'au moins 7 pour 100 quand la flamme s'allonge davantage.

Il en résulte que, par suite de l'échauffement des différentes parties de la lampe, et jusqu'à l'établissement d'un certain équilibre thermique qui n'est guère atteint qu'une demi-heure après allumage, la flamme va, d'une part, constamment en s'allongeant, ce qui oblige à baisser sans cesse la mèche, et que, d'autre part, l'intensité augmente jusqu'à ce que finalement elle atteigne une valeur constante supérieure de plusieurs centièmes à sa valeur initiale. C'est seulement après l'établissement de cet état stationnaire, quand la flamme ne s'allonge plus que lentement, qu'on peut, durant quelques instants, laisser la lampe sans surveillance.

La lampe au pentane comme la lampe Hefner, exige donc pour des mesures précises une hauteur de flamme déterminée. Mais la dernière a l'avantage de donner sa pleine intensité au bout d'un temps très court et de ne demander à être réglée que rarement pour des mesures courantes. La pointe de la flamme s'y maintient fixe dans d'étroites limites, et sa longueur moyenne reste plus longtemps constante. La lampe au pentane nécessite au contraire une surveillance et un réglage plus suivis, en raison de ce que sa hauteur de flamme varie presque toujours dans le même sens. Il faut, par contre, lui reconnaître une plus grande rigidité de flamme, par suite du fort courant d'air ascendant déterminé par les deux tubes E et G.

Tandis que la diminution d'éclat en fonction de la distance se compte, pour les flammes brûlant librement, à partir de l'axe des flammes, et, pour celles aveuglées de tous côtés, à partir du plan d'aveuglement, il faut, pour la lampe au pentane, aveuglée seulement en dessus et en dessous, calculer sa décroissance d'éclat à partir d'un axe perpendiculaire qui, vu du photomètre, correspond au demi-rayon moyen λ des extrémités *c* et *d* des tubes d'aveuglement en avant de l'axe de la flamme. Si l'on désigne par I l'intensité lumineuse de la portion de flamme découpée par les plans extrêmes de E et de G opposés l'un à l'autre, et par *l* la distance qui sépare l'écran photométrique et l'axe de la flamme, on a pour l'éclat produit sur cet écran, en admettant que l'intensité

lumineuse soit la même pour toutes les portions libres de la flamme :

$$\mathrm{E} = \frac{\mathrm{I} \cdot \frac{l}{l-\lambda}}{l^2} = \frac{\mathrm{I}}{l(l-\lambda)},$$

expression qu'on peut, étant donné que l est toujours suffisamment grand par rapport à λ, mettre sous la forme

$$\mathrm{E} = \frac{\mathrm{I}}{\left(l - \frac{\lambda}{2}\right)^2}$$

et qui montre que l'éclairement est le même que celui d'une flamme non aveuglée d'intensité lumineuse I, placée à la distance $l - \frac{\lambda}{2}$ de l'écran photométrique. Toutes les mesures doivent être ramenées à cette distance. On a alors directement l'intensité de la portion de flamme découpée par les deux plans limitateurs c et d des tubes d'aveuglement. Si, au contraire, on prend pour point de départ la distance l entre la lampe et le photomètre comptée, comme d'habitude, de l'axe de la flamme, on obtient l'intensité lumineuse de toute la portion de flamme visible du photomètre, et si, comme dans le cas actuel, l est d'environ 600 mm, on arrive à une valeur supérieure de 1,7 pour 100 environ à celle fournie par la détermination précédente. Cette dernière manière de procéder n'est pas d'ailleurs à conseiller en ce que, suivant les distances, on voit des portions de flamme de grandeurs différentes qui fournissent, par suite, pour l'intensité lumineuse des valeurs corrélatives diverses ; ainsi, pour des distances l et l_1, ces valeurs sont entre elles comme $\frac{l}{l-\lambda}$ et $\frac{l_1}{l_1-\lambda}$, ou, avec une plus grande approximation, comme $1 + \frac{\lambda}{l}$ et $1 + \frac{\lambda}{l_1}$, ou sensiblement comme 1 est à $1 + \left(\frac{1}{l_1} - \frac{1}{l}\right)\lambda$, et, par exemple, pour des distances $l = 600$ et $l_1 = 500$ mm, avec $\lambda = 10$ mm, comme 1 est à 1,017. Il faut, en conséquence, dans un cas comme dans l'autre, prendre comme base d'estimation une portion déterminée de l'ensemble de la flamme, correspondant à une distance l également fixe, et, pour rendre comparable à l'intensité pour la distance normale l l'intensité obtenue à la distance l_1, la multiplier par un facteur de correction $1 - \lambda\left(\frac{1}{l_1} - \frac{1}{l}\right)$ à déterminer préalablement chaque fois. La première manière de procéder donne cependant immédiatement, sans autre réduction, l'intensité lumineuse de la portion de flamme découpée par les deux plans limitateurs des tubes d'aveuglement.

Influence de l'humidité. — Cette étude a donné lieu à 75 observations réunies en tableau et d'où ressort pour l'intensité lumineuse y, exprimée en fonction de l'étalon Hefner, avec une teneur en vapeur d'eau x pouvant varier de 4 à 18 litres par m³, l'expression :

$$y = 1{,}232 - 0{,}0068\,x = 1{,}232\,(1 - 0{,}0055\,x), \quad (9)$$

pour un réglage de flamme tel que la pointe s'en trouve située *au milieu* des ouvertures b.

La figure 4 traduit graphiquement le résultat de ces observations.

On voit par là qu'une différence de 1 litre de vapeur d'eau par m³ d'air détermine une variation de 0,0068 d'Hefner, soit de 0,7 pour 100 environ, c'est-à-dire un peu supérieure seulement à celle de la lampe Hefner elle-même. La comparaison des observations et des résultats fournis par le calcul d'après l'expression (9) donne un

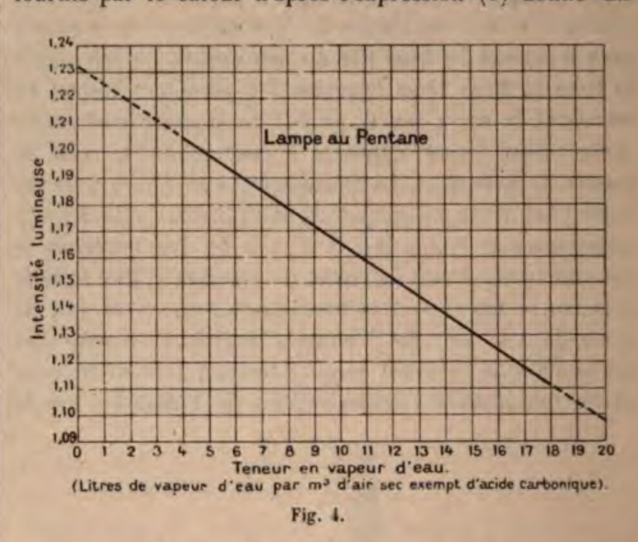


Fig. 4.

écart moyen de $\pm 0{,}81$ pour 100 et un maximum d'écart de 1,6 pour 100, ou à peu près le double des chiffres correspondants pour la lampe Hefner.

D'après les équations (2) et (9), on trouve comme rapport des intensités lumineuses des deux lampes en fonction de la teneur en vapeur d'eau x :

$$\frac{\text{Lampe au pentane}}{\text{Lampe Hefner}} = 1{,}175\,(1 - 0{,}0002\,x). \quad (10)$$

La valeur sensiblement constante (1,17) de ce rapport pour tous les degrés d'humidité considérés montre que la lampe au pentane employée dans ces recherches possédait une intensité lumineuse supérieure de 2,6 pour 100 environ à celle de la bougie anglaise, étant donnée l'évaluation faite par l'Institut physico-technique de ladite bougie en fonction de l'étalon Hefner, soit 1,14 [1].

Influence de la pression atmosphérique. — Il résulte des observations faites que la lampe au pentane est plus sensible à cette action que la lampe Hefner. Pour une hauteur barométrique h, la variation en est en effet donnée par la formule :

$$\Delta y = 0{,}00049\,(h - 760). \quad (11)$$

Une différence d'intensité lumineuse de 2 pour 100 correspond ainsi à une variation barométrique de 40 mm, ce qui oblige à tenir compte de la hauteur du lieu d'observation au-dessus du niveau de la mer.

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, n° 114, p. 414.

De cette étude comparative, l'Institut physico-technique conclut à la préférence de la lampe Hefner comme étalon pratique de lumière sur la lampe au pentane.

Il ne sied pas à notre incompétence de prendre fait et cause dans un sens ou dans l'autre sur une question qui, à la réunion de Genève, a passionné les plus illustres savants et praticiens; mais, quelle que soit la supériorité de la lampe Hefner sur la lampe au pentane, telle qu'elle résulte du compte rendu ci-dessus, rien ne nous paraît plaider mieux que lui contre l'adoption d'une prétendue *unité* dont les conditions d'établissement sont légèrement accidentelles et capricieuses et la reproduction constante aussi difficile.

E. Boistel.

LE FREIN ÉLECTRO-PNEUMATIQUE

SYSTÈME CHAPSAL

Les tentatives nombreuses qui ont été faites en vue d'appliquer l'énergie électrique soit au freinage direct des voitures de chemins de fer, soit à la commande du mécanisme du frein, n'ont pas conduit, à notre connaissance du moins, à un résultat pratique; elles sont restées comme de précieux jalons à l'usage des chercheurs futurs.

Les deux problèmes présentaient chacun des solutions nombreuses mais reposant toutes sur le bon fonctionnement d'un circuit, à la merci lui-même d'un contact défectueux. En outre, les solutions de cette catégorie ne faisaient que substituer un circuit électrique au circuit pneumatique et n'apportaient aucun perfectionnement au *freinage*.

C'est sur ce dernier point que l'attention devait se fixer, et l'on devait, non pas chercher à commander le frein électriquement, mais à utiliser l'énergie électrique, si souple dans ses applications, à la réalisation d'un serrage ou d'un desserrage simultané de toutes les voitures du train.

Le circuit pneumatique ne peut satisfaire à cette condition, en raison de la faible vitesse de propagation dans la conduite principale du train, de la pression ou de la dépression suivant que le mécanicien veut desserrer ou serrer son frein.

Et il résulte de cet état de choses qu'en cas de *serrage*, les voitures de tête sont bloquées avant que celles de queue n'aient commencé à subir l'action du frein, et qu'en cas de *desserrage*, les voitures de tête sont libres, tandis que celles de queue sont bloquées à fond : des soubresauts, des chocs des voitures entre elles se produisent, désagréables aux voyageurs et dangereux pour la solidité des barres d'attelage.

Cet inconvénient est d'autant plus sensible que le train est plus long, et c'est à lui qu'il faut attribuer l'impossibilité, jusqu'à présent, de faire circuler des trains de marchandises à grande vitesse.

La solution présentée par M. Chapsal, de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest, est doublement intéressante, car en même temps qu'elle permet un serrage et un desserrage simultané de toutes les voitures du train, elle met sous la main du mécanicien deux modes de commande du frein, l'un pneumatique et l'autre électrique; en outre, elle ne comporte que des modifications insignifiantes du mécanisme du frein Westinghouse du type courant.

La transformation du frein actuel en frein électro-pneumatique comporte le montage sur chaque voiture (fig. 1) :

1° D'une valve de serrage V, S en un point quelconque de la conduite principale d'air comprimé;

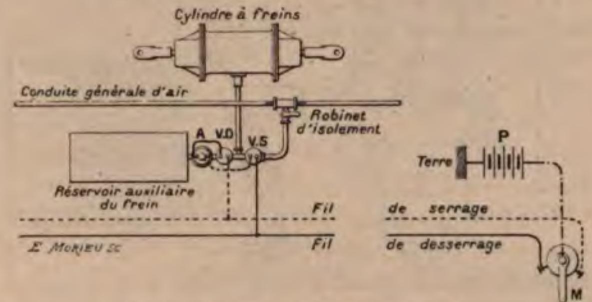


Fig. 1. — Diagramme du principe du frein.

M, manette du robinet de manœuvre. — A, triple valve. — V, S, valve de serrage. — V, D, valve de desserrage. — P, batterie de piles.

2° D'une valve de desserrage V, D entre la triple valve ordinaire et le cylindre à freins.

Une manette M, pouvant occuper cinq positions : position neutre, serrage électrique, desserrage électrique, serrage électro-pneumatique, desserrage électro-pneumatique, commande le frein (fig. 2).

L'énergie électrique est fournie par une batterie de piles ou d'accumulateurs placée dans le fourgon et donnant 1/10 d'ampère sous 20 volts (fig. 1). L'un des pôles est relié à la manette du robinet de commande, et l'autre pôle est relié à la terre. Un circuit double suit le train et chaque voiture est montée en dérivation entre les deux fils et la terre.

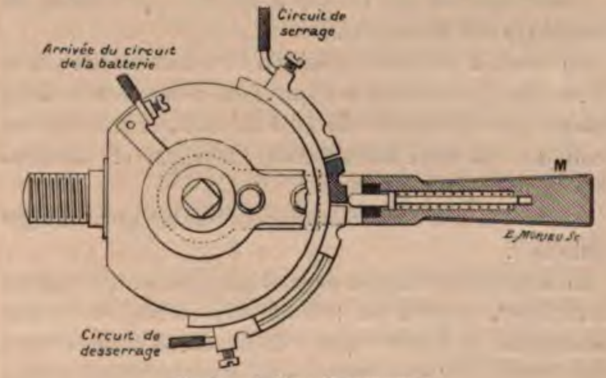


Fig. 2. — Robinet de manœuvre.

Dans la valve de serrage, on trouve un électro-aimant *e* excitable par le circuit de la batterie, et dont le rôle est d'attirer le plateau *p*, — un diaphragme mobile *d*, et un clapet *c* à ressort.

Un électro-aimant *e'* joue dans la valve de desserrage le même rôle que l'électro *e* ci-dessus; il est destiné à attirer le plateau *p'* qui vient soulever le pointeau *k* et appliquer

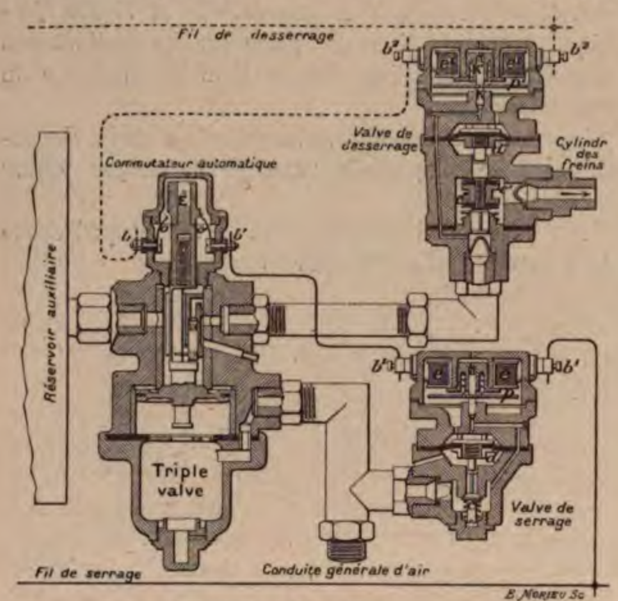


Fig. 3. — Détails du frein

le pointeau *k'*. Un diaphragme *d'* et deux clapets à ressort *c'*, *c''* complètent cet organe.

Le bouchon supérieur de la triple valve a été remplacé par une pièce mobile portant deux bornes *b*, *b'* réunies à deux contacts à ressort *o*, *o'* et aux bornes b_1, b_2 placées, l'une sur le circuit de serrage, et l'autre sur le circuit de desserrage.

Une pièce E, portant deux entailles susceptibles de prendre contact chacune avec l'un des contacts flexibles, forme la partie supérieure du piston.

L'électro de serrage est sur le circuit S, et l'électro de desserrage sur le circuit D.

On conçoit aisément, puisque le retour se fait par la terre, que l'on serrera ou que l'on desserrera le frein suivant que la manette sera en S ou en D, et que dans ces positions, les deux mécanismes électrique et pneumatique agiront simultanément.

Dans les positions intermédiaires, l'action pneumatique seule agit.

La disposition relative de la triple valve et des organes électriques, permet au mécanicien, en cas de serrage intempestif dû à une rupture de boyau ou à toute autre cause semblable, de desserrer immédiatement tout le train sans descendre de sa machine et de continuer sa route en ayant encore en réserve 3 ou 4 manœuvres du frein, bien que la conduite soit ouverte.

Une autre particularité du système est la *modérabilité* du frein, qui permet de freiner plus ou moins à volonté et sans secousse.

Des essais officiels très précis ont été faits, qui ont prouvé que la combinaison imaginée par M. Chapsal résolvait le problème du freinage des longs trains, sans secousses et dans peu de temps : c'est ainsi qu'un serrage ou desserrage à fond d'un train de longueur déterminée, s'effectuant en 5,5 secondes avec le frein Westinghouse ordinaire, est obtenu en 2,5 secondes avec le frein Chapsal.

Muni de ce frein, un train très long, comme ceux de marchandises, peut être conduit à grande vitesse en toute sécurité, c'est un fait acquis. Mais de cela devons-nous déduire que les trains de marchandises à grande vitesse vont être créés? Il se trouve là une question connexe de dépenses énormes qui, vraisemblablement, s'opposera un certain temps encore à la réalisation de cette question cependant bien intéressante pour tous.

Quoi qu'il en soit, la solution pratique est aujourd'hui donnée; attendons la sanction de nos administrations que l'Europe nous envie.

Fr. Miron.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 16 novembre 1896.

Influence de l'aimantation sur les forces électromotrices des piles dont le fer est un des éléments. — Note de MM. Ulysse Lala et A. Fournier, présentée par M. Mascart. — Un couple thermo-électrique était constitué par une lamelle de cuivre serrée fortement entre les deux armatures d'un électro-aimant Faraday, de manière à former un élément symétrique. Un galvanomètre à réflexion, placé dans une salle éloignée, communiquait par l'une de ses bornes avec l'électrode cuivre du couple, l'autre borne étant en relation avec l'armature fer et le sol.

L'élément thermo-électrique était chauffé le temps nécessaire à la production d'une déviation fixe de l'image lumineuse réfléchie par le miroir du galvanomètre. Cette déviation était d'environ 6 cm. L'état stationnaire ainsi établi, on excitait l'électro-aimant par le passage d'un courant de 8 ampères, fourni par une batterie d'accumulateurs. On observait un déplacement permanent de 3 mm environ durant l'existence du champ. Ce déplacement, dont le sens ne changeait pas par le renversement du courant excitateur, accusait une *diminution* de force électromotrice. C'est un résultat analogue à celui qui a été constaté par M. Grimaldi sur un couple thermo-électrique bismuth-cuivre.

Nous avons vérifié que la création du champ n'amenait aucune déviation *permanente* dans le galvanomètre. L'éta-

blissement du champ produisait au contraire un déplacement très faible (1 mm environ) disparaissant rapidement et en sens inverse de celui du phénomène observé. D'ailleurs, par la suppression du courant, l'aiguille du galvanomètre reprenait sa position initiale. La diminution de force électromotrice était donc due à l'action du champ sur le couple.

En réalisant les mêmes conditions de symétrie que pour l'élément thermo-électrique, nous avons renouvelé l'expérience avec un couple hydro-électrique formé par un bloc évidé de paraffine de 7 à 8 mm d'épaisseur, dont les armatures de l'électro constituaient à la fois les faces et l'une des électrodes. Ce bloc contenait de l'eau distillée dans laquelle était plongée, entre les deux faces fer et à une fraction de millimètre de chacune d'elles, une lame de cuivre formant la seconde électrode.

La méthode n'a pas varié. Cet élément hydro-électrique donne un courant légèrement inférieur à celui du couple thermo-électrique fer-cuivre. Le phénomène observé a été de même nature et la *diminution* de force électromotrice pendant l'existence du champ a été d'environ 1/20 de la force électromotrice normale de la pile.

Cette expérience, en contradiction avec les résultats obtenus par MM. E.-L. Nichols et W.-S. Franklin, confirme, par une méthode expérimentale différente, ceux de MM. H.-A. Rowland et L. Bell, Hurmuzescu et les prévisions théoriques de M. Janet et de M. Duhem.

Séance du 23 novembre 1896.

Sur diverses propriétés des rayons uraniques. — Note de M. Henri Becquerel. (*Extrait.*) — J'ai montré, il y a plusieurs mois (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 501, 559, 689, 762, 1086), que l'uranium et ses sels émettent des radiations invisibles qui traversent les corps opaques et déchargent à distance les corps électrisés. Ces radiations présentent des propriétés communes avec le phénomène appelé *rayons X* par M. Röntgen, mais en diffèrent parce qu'elles se réfléchissent et se réfractent comme la lumière. Parmi les propriétés que j'ai observées en poursuivant l'étude de l'émission de ces radiations que, pour abréger, j appellerai *radiations uraniques*, il en est deux qu'il me semble intéressant de signaler aujourd'hui : ce sont la durée de l'émission, et la faculté de communiquer à des gaz la propriété de décharger les corps électrisés. (Suit le détail des expériences et observations.)

En résumé, les observations qui viennent d'être rapportées mettent hors de doute le fait de la décharge des corps électrisés par les gaz ayant été soumis à l'influence des rayons uraniques, et cette propriété, dont le mécanisme reste encore inexpliqué, vient ajouter une relation de plus entre les rayons X et les rayons uraniques, qui, au point de vue de la réflexion et de la réfraction, paraissent être des phénomènes tout à fait différents.

Décharges par les rayons de Röntgen; influence de la pression et de la température. — Note de M. Jean Perrin, présentée par M. Mascart. (*Extrait.*) — J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 351) que des rayons de Röntgen traversant un gaz en repos créent en chaque point des quantités égales d'électricités positive et négative, quantités capables de se mouvoir sous l'action d'un champ électrique et, par conséquent, de détruire les charges terminales des tubes de force où elles sont contenues. J'ai montré que la quantité d'électricité neutre ainsi dissociée par les rayons est mesurable, qu'elle varie comme l'inverse du carré de la distance à la source et peut donc être considérée comme proportionnelle en chaque point à l'intensité du rayonnement.

Je vais résumer aujourd'hui quelques expériences faites en vue de trouver comment les variations de pression et de température influent sur cette dissociation. (Suit le détail des expériences.)

En résumé, pour un même gaz, pour un même rayonnement et en un même point, *la quantité d'électricité dissociée par unité de masse est indépendante de la pression et proportionnelle à la température absolue.*

Il peut n'être pas sans intérêt de se rappeler que, suivant la théorie cinétique des gaz, l'énergie possédée par une molécule est, elle aussi, indépendante de la pression et proportionnelle à la température absolue.

On énoncerait donc dans cette théorie les lois expérimentales qui précèdent en disant que, pour chaque gaz, le nombre de molécules dissociées est proportionnel au nombre des molécules rencontrées, quel que soit leur écartement, et proportionnel à leur énergie moyenne.

M. *Lippmann* présente une note de M. G. Sagnac sur les **Illusions qui accompagnent la formation des pénombres. Applications aux rayons X.** Cette note est d'un caractère trop spécial pour être analysée ici.

Séance du 30 novembre 1896.

De l'application des rayons Röntgen à l'étude du squelette des animaux de l'époque actuelle. — Note de M. V. Lemoine, présentée par M. A. Milne-Edwards. — Voici les conclusions de cette étude : On conçoit tout le parti que l'ichtyologie pourra tirer de l'emploi du nouveau procédé, au sujet de la contexture des pièces squelettiques de poissons.

Nous croyons donc pouvoir conclure que l'application des rayons Röntgen à l'étude du squelette desséché des animaux actuels est appelée à rendre les plus grands services; que non seulement la nouvelle méthode complète et perfectionne les procédés d'observation usités jusqu'ici, mais que, de plus, elle pourra fournir des données nouvelles.

Si nous envisageons le second point de vue que nous avons indiqué plus haut, celui de l'étude des animaux rares, conservés dans l'alcool, nous ne pouvons mieux faire que d'attirer l'attention sur deux radiophotographies relatives à un jeune Emen éclos depuis douze jours, que

M. Milne-Edwards a bien voulu mettre à ma disposition.

Quoique, d'une façon générale, l'alcool paraisse peu favorable pour l'application des rayons Röntgen, on voit quel parti nous pouvons tirer de l'emploi de la nouvelle méthode pour l'étude des diverses pièces d'un squelette aussi particulièrement intéressant, soit que l'on considère le groupe si spécial des oiseaux auquel il appartient, soit que l'on envisage le stade encore peu avancé de son évolution.

Sur la trempe de l'acier à l'acide phénique. — Note de M. Levat. — Mes premiers essais ont porté sur deux burins en acier fondu Holtzer, de qualité supérieure. Le premier, porté au *rouge cerise*, a été trempé à l'eau. Le second, à la même température, a été trempé dans une solution d'acide phénique du commerce, jusqu'à obtention de la teinte bleue. J'ai fait attaquer, avec les deux outils trempés, du fer ébauché et de la fonte blanche extra-dure : le burin trempé à l'eau s'est ébrèché à plusieurs reprises; le burin trempé à l'acide phénique a résisté intégralement.

Mes seconds essais ont porté sur deux barres d'acier corroyé et d'acier fondu ordinaire, portées au *rouge blanc*, lesquelles ont été l'une et l'autre trempées à bleu dans une solution pareille d'acide phénique. Comparés aux échantillons non trempés, les échantillons trempés à l'acide phénique ont présenté une cassure plus fine, devenant d'un blanc miroitant à la lime. La teneur en carbone n'a pas augmenté, mais l'épreuve à la flexion a donné une élasticité un peu plus grande aux barres trempées à l'acide phénique.

L'acier trempé à l'acide phénique acquiert de la dureté, de l'élasticité, de la souplesse. Il tient ferme comme outil d'attaque et il offre toutes les qualités d'une bonne trempe douce.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 20 *novembre* 1896.

Électroscope à trois feuilles d'or. — M. Benoist présente un électroscope qu'il a muni de trois feuilles d'or bien égales, serrées simultanément dans la pince qui termine la tige isolée.

L'addition d'une *troisième* feuille d'or augmente la *sensibilité*, la *précision* et la *stabilité* de l'appareil employé comme *électromètre*.

Chaque feuille latérale est repoussée plus fortement par la feuille centrale que par la feuille opposée, de sorte que la charge nécessaire, pour obtenir un même angle α de divergence à partir de la verticale, est notablement réduite. L'angle maximum d'écart est porté de 90 à 120 degrés. Pour atteindre complètement cette valeur, il conviendrait, toutefois, de supprimer la tige supérieure, et d'utiliser, comme support inférieur, la feuille centrale rendue rigide. M. Benoist a examiné aussi le cas d'un électroscope à une seule feuille mobile du type des pendules de Henley. C'est le plus sensible des électroscopes. Il a commencé à construire et à étudier un appareil de ce type.

M. Gendron rappelle, à propos de la communication que vient de faire M. Benoist, que M. Branly lui a fait construire en 1891, pour les expériences de déperdition électrique, plusieurs électroscopes à isolant de soufre et à trois lames. La lame du milieu était une bande de laiton, verticale et fixe, dont il s'écartait de chaque côté une feuille d'or mobile; un microscope à chariot et à micromètre servait à viser la tranche de l'une des feuilles d'or.

Avec un électroscope gradué, le déplacement de la feuille mobile fournissait des mesures aussi précises que si l'on avait fait usage d'un électromètre à quadrant. Des expériences faites avec cet électroscope, à propos de recherches sur la conductibilité des gaz, ont été projetées à la Société, à la séance du 20 mai 1892; elles sont développées dans le *Bulletin des séances* de l'année 1892; on y voit des figures schématiques représentant une lame verticale fixe et une feuille mobile déviée.

Dans le *Traité élémentaire de physique* de M. Branly, adressé par l'auteur à la Société en février 1895, des électroscopes à trois lames et à isolant de soufre (électroscopes ordinaires, électroscopes de Gaugain et électroscopes condensateurs) sont représentés pages 19, 21, 65, 120, etc..., avant la première publication de M. Benoist sur ce sujet (20 juillet 1896).

Si M. Branly n'a pas fait de communication spéciale sur les avantages particuliers de ces appareils, comme appareils de démonstration et comme appareils de mesure, c'est qu'il a reconnu que des électroscopes à trois lames d'aluminium avaient été construits en Allemagne, antérieurement à ses expériences.

Nouveaux tubes pour rayons Röntgen. — M. Chabaud projette, par les soins de M. Molteni, trois clichés qui donnent une idée des modifications successives qui se font dans un tube de Crookes à cathode concave.

Le premier cliché représente deux cônes divergents au point *o*, le point *o* étant le centre de courbure de la cathode. L'angle du côté de la cathode a pour base la cathode elle-même et pour sommet le point *o*; ces phénomènes se présentent à un vide inférieur à 1 mm, mais voisin de 1 mm.

Le deuxième cliché donne l'aspect du tube à un vide poussé plus loin. L'intérieur de la cathode est flou; les deux cônes divergents existent toujours, mais leur angle d'ouverture a diminué; au delà du point *o*, et prenant naissance en ce point, apparaît un pinceau filiforme de 1,5 mm environ de diamètre et de 7 à 8 mm de longueur séparant les sommets des deux cônes.

Le troisième cliché donne l'aspect du tube au vide de Crookes.

L'intérieur de la cathode se présente d'un flou moins intense que dans le cliché n° 2. La région floue n'occupe qu'une partie au centre de la cathode : l'angle des deux cônes divergents a encore diminué, il n'a plus guère que quelques degrés.

Le pinceau filiforme paraît s'être allongé, il semble que quelques millimètres seuls au centre de la cathode concourent au phénomène.

M. Chabaud montre ensuite cinq clichés obtenus par la méthode de la chambre noire au moyen de cinq tubes différents. Ces cinq tubes ont été construits avec des cathodes concaves de rayon de courbure identique. La distance de la lame anticathodique au centre de la cathode seule varie pour chaque tube.

Dans le premier, le foyer de rayons X se fait à une distance égale à 2 fois le rayon de courbure; dans le deuxième et le troisième, le foyer de rayons X se fait à un peu plus de 2 fois le rayon de courbure; dans le quatrième, le foyer de rayons X se fait à une distance égale à 3 fois le rayon de courbure; dans le cinquième, le foyer de rayons X se fait à une distance égale à 5 fois le rayon de courbure.

Les cinq clichés obtenus ne diffèrent pas sensiblement les uns des autres; les foyers paraissent bien être légèrement plus grands pour les tubes dont la distance entre la cathode et l'anode est la plus grande, mais le plus grand foyer ne diffère guère du plus petit que de 2 à 3 mm au maximum.

M. Chabaud fait ressortir aussi que la netteté et l'intensité du foyer sont beaucoup augmentées par le dispositif qu'a indiqué M. Colardeau.

C'est en se basant sur ces remarques que M. Chabaud a établi une série de tubes nouveaux qui sont des tubes Colardeau à grandes électrodes, dans lesquels il est possible de faire passer une étincelle de 25 cm ou de 30 cm et avec lesquels, dans ces conditions, on voit le squelette humain sur un écran au tungstate de calcium.

Ces tubes permettent de photographier les parties épaisses du corps et avec une netteté aussi grande que possible, puisque le foyer producteur de rayons X ne dépasse pas 6 mm.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 2 décembre 1896.

La séance est ouverte à 8 heures et demie sous la présidence de M. Sciama en présence d'un grand nombre d'assistants, étrangers pour la plupart à la Société. M. Violle fait d'abord une communication relative à la **Photométrie.** Il fait observer que pendant les discussions qui ont eu lieu au Congrès de Genève, où des décisions importantes ont été prises, quelques opinions erronées ont été émises. Pour avoir une unité fixe, il faut avoir recours à un phénomène fixe. C'est dans ce but qu'il avait proposé d'utiliser le platine fondu, qui est inaltérable à la température de fusion. Il était seulement nécessaire de prendre du platine bien pur, de le nettoyer et de le faire fondre suivant les instructions de Deville. Il fallait ensuite bien choisir le moment de la solidification et effectuer alors les mesures. Dans une heure, on pouvait effectuer 10 à 15 mesures, et 5 suffisent pour faire un bon étalonnage. Cet étalon avait été essayé par M. Leblanc, par M. Monnier, et avait reçu une sanction officielle. Il était de plus facile de le comparer à la lampe Carcel, qui ne donne pas de mauvais résultats pratiques, quoi qu'on en ait dit au Congrès de Genève.

L'ordre du jour appelle ensuite la communication sur la **Traction mécanique dans Paris.** M. le Président fait ressortir que M. Hillairet ne va pas exposer ses idées personnelles, mais faire seulement un exposé de l'état actuel de la question pour permettre la discussion sur ce sujet si important.

M. Hillairet parle d'abord de l'insuffisance de la traction à Paris. Les statistiques ont établi que depuis 1890 on compte à Paris par an 290 millions de voyageurs, alors qu'il n'y a que 300 millions de places offertes. Il y a donc depuis cette époque parité entre l'offre et la demande. On peut en conclure qu'il y a forcément des heures où les transports sont surabondants et d'autres où ils sont insuffisants. Il circule actuellement dans Paris environ 25 000 voitures par jour, dont 10 000 fiacres, 13 000 voitures de maître et 2 000 voitures diverses. La circulation est la plus intense devant le numéro 156 de la rue de Rivoli, où il passe par jour environ 36 000 voitures. M. Hillairet montre alors un tableau dû à M. Cheysson et sur lequel sont représentées toutes les lignes d'omnibus avec des traits d'une largeur proportionnelle au nombre de voyageurs transportés. On trouve ainsi que pendant l'année 1889, le nombre de voyageurs sur la ligne Madeleine-Bastille a été de 14 millions. Des renseignements analogues sont donnés pour les bateaux, les chemins de fer de ceinture et pour la répartition des voyageurs suivant ces divers modes de traction. En ce qui concerne les gares, le maximum de circulation est atteint à la gare Saint-Lazare; mais la plus grande partie des voyageurs se porte vers Auteuil et Courcelles. Ces renseignements statistiques sont intéressants, mais nous leur ferons le reproche de ne pas représenter une moyenne, puisqu'ils se rapportent à une année exceptionnelle et ensuite d'être trop anciens. La circulation dans Paris commence donc à devenir impossible. Il faut remarquer que sur les lignes où la Compagnie des omnibus a modifié son matériel, le nombre de voyageurs a augmenté, et qu'il a diminué, au contraire, sur les lignes où aucun changement n'a été fait. Quelques courbes, que M. Hillairet fait voir en projection, établissent très nettement ce point. L'augmentation a eu lieu progressivement depuis 1872. En 1891, on comptait à Paris 155 voyages par an et par habitant; si la progres-

sion continue, on arrivera en 1900 à 250 voyages, c'est-à-dire à un nombre presque double.

Il importe donc de se préoccuper de doubler pour cette époque les moyens de transport actuels. A cet effet on peut établir un *métropolitain* et créer un *réseau important de tramways*.

Un *métropolitain* qui traverserait Paris dans les différents sens donnerait de la vie au chemin de fer de ceinture, qui semble végéter. La question du métropolitain est à l'étude.

Les *tramways* ont été introduits à Paris en 1875 sur la ligne de la place de la Concorde à Sèvres, et n'ont cessé de progresser depuis cette époque.

Pour le nouveau réseau à établir, il sera nécessaire d'accroître la vitesse d'écoulement et on devra avoir recours à la traction mécanique.

L'exploitation avec la traction mécanique peut se faire de deux manières : 1° en employant des voitures légères et se succédant à intervalles rapprochés (exploitation dite en *chapelet*); 2° en employant des voitures de grandes capacités, seules ou avec voitures d'attelage. L'administration préférererait ces dernières, parce qu'elle considère que la circulation des piétons serait gênée, une partie de la chaussée se trouvant presque supprimée par suite du passage des voitures à intervalles très rapprochés. M. Hillairet fait alors remarquer que la diminution du nombre des accidents sur les voies à traction mécanique prouve bien que le public fuit les rails; il cite également l'exemple mentionné par un journal américain disant que l'herbe poussait sur les voies des tramways.

D'après les désirs de l'administration, les voitures devront être de 50 places, à moteur sans fumée ni odeur; elles devront pouvoir remorquer des voitures d'attelage sur des rampes de 50 mm par mètre, et ne pas être symétriques, avoir un avant seulement. Cette dernière condition est imposée par les règlements.

Les modes de traction sont nombreux et beaucoup ont été essayés à Paris. Le plus ancien est celui qui emploie des locomotives à vapeur et dont nous trouvons des exemples dans les voitures sur la ligne de Boulogne, dans les voitures Serpollet. Ces locomotives fonctionnent bien et sont bien aménagées. Viennent ensuite les locomotives sans foyer, à vapeur surchauffée, dues à MM. Frank et Lamm et utilisées sur la ligne de l'Étoile à Courbevoie et à Saint-Germain.

L'air comprimé est employé sur les voitures de Vincennes à Saint-Augustin et sur la ligne de Boulogne. Les intermédiaires (chaudières, machines compresseurs étagés) sont nombreux, l'utilisation dans les cylindres demande des précautions pour éviter la formation de glace. Malgré tous les perfectionnements apportés par M. Mékarski, le rendement est peu élevé. Il faut compter une dépense moyenne de 5 à 6 kg de charbon par voiture-kilomètre.

Les tramways à gaz sont intéressants. Les moteurs à gaz ont un rendement élevé. La voiture fonctionne bien, mais l'équipement comporte une grande complication de mécanismes (roues d'engrenages, embrayages, disposition des cylindres, etc.). Les conditions économiques ne sont pas très avantageuses. Il faut compter environ 850 litres de gaz par voiture-kilomètre, soit une dépense de 0,26 fr. Ce résultat peut être atteint par d'autres modes de traction et il est inutile d'avoir recours à un tramway à gaz compliqué.

Reste enfin la traction électrique, qui est le mode de traction le plus économique. Le système le plus simple est le système à trolley, qui offre de grandes facilités d'emploi, sans crainte de déraillement du trolley. L'emploi du trolley dans Paris soulève de nombreuses objections au point de vue de l'esthétique, surtout en ce qui concerne les tournants et les croisements des rues. Il faut également songer que le fil de trolley, s'il venait à se rompre, peut être dangereux non pour les hommes, mais pour les chevaux; la tension ordinairement employée est de 500 volts. Le trolley limite l'espace en hauteur; à Paris jusqu'ici il n'y a aucune limite et nous avons été habitués à voir passer des camions portant des charges énormes. M. Hillairet rappelle à ce propos l'accident survenu récemment à Roubaix, où une chaudière à bouilleurs portée sur un camion a touché le fil du trolley; les 15 chevaux de l'équipage ont été renversés et la chaudière mise hors de service.

Le prix d'établissement du trolley est peu élevé.

Il existe également des tramways à contact sur le sol; nous en avons un exemple intéressant à Paris, le tramway Claret-Vuilleumier. Ce système se comporte bien et a l'avantage de ne pas coûter cher. En Amérique, le système Westinghouse commence à se développer.

Le tramway à caniveau comporte à peu près les mêmes dispositions de construction que le tramway funiculaire. Le prix d'établissement est assez élevé. En Amérique, on a trouvé des dépenses variables de 400 000 à 700 000 fr par km. A Paris, il faudrait compter environ 400 000 à 500 000 fr. Il ne faut pas s'effrayer de ce chiffre élevé, car tout dépend de l'endroit où le tramway est établi et où il peut donner une rémunération suffisante du capital engagé.

Les tramways à caniveau peuvent être établis à 2 fils, sans utiliser les rails pour fils de retour. L'isolement n'a pas besoin d'être très élevé pour obtenir un bon fonctionnement. Les effets d'électrolyse sont moins à craindre qu'on ne pourrait le croire.

Les tramways funiculaires n'offrent pas les mêmes avantages que les tramways électriques. Et à ce propos M. Hillairet explique que l'on installe actuellement à Glasgow un métropolitain à câble continu d'une longueur de 10 km. Cette installation demandera une usine de 3000 chevaux. Cette puissance aurait pu être utilisée dans de bien meilleures conditions pour une installation électrique.

Le métropolitain et les tramways peuvent se développer parallèlement. A Londres par exemple, dans le Strand, en face la gare de Charing-Cross, dans une direction paral-

lèle au métropolitain, on compte encore 5600 omnibus par jour.

Cette importante question de la traction exigera à Paris des travaux pour une somme de 100 millions. Il est intéressant pour les électriciens de montrer qu'ils ont de bons procédés de traction.

M. Sciama, président, fait alors remarquer à M. Hillairet qu'il a omis de parler de la traction par accumulateurs. M. Hillairet rend aussitôt hommage à M. Sarcia, à qui l'on doit dans Paris les premières applications de ce genre, et donne quelques explications sur les tramways à accumulateurs qui rentrent aux dépôts pour être chargés et sur ceux qui reçoivent la charge en cours de route. Cette dernière solution est surtout utilisée en Allemagne, où les accumulateurs mettent en marche les voitures à l'intérieur des villes, et où le trolley les actionne à l'extérieur.

En terminant, M. Hillairet explique les difficultés qu'il a rencontrées pour établir les prix de revient de la traction. Les chiffres donnés de tous côtés se rapportent à la voiture-kilomètre, mais il faudrait définir la voiture, et il serait nécessaire de connaître si ce prix renferme les frais de traction, d'amortissement, etc.

MM. Dieudonné et Regnard font ensuite quelques observations relatives à des généralités et sur une remarque très juste de M. Korda, qui dit que l'on n'a pu se préparer à l'avance à traiter cette question, la discussion est remise à la prochaine séance. J. L.

BIBLIOGRAPHIE

Les Tramways électriques, par H. Maréchal. — *Baudry et Cie*, éditeurs, Paris, 1896.

Ne pouvant pas encore, en l'état de peu d'avancement où nous sommes aujourd'hui à cet égard, écrire un volume intitulé « La traction à Paris », pendant de son magistral ouvrage « L'éclairage à Paris », M. Maréchal prend les devants et nous donne un avant-goût de la question par un petit livre aussi court que modeste sur les tramways électriques en général.

Résumé très succinct de ce qui a paru dans les divers périodiques étrangers et français, cet opuscule passe successivement en revue les dispositions générales qui président à l'installation de ces engins de transport, la voie, la distribution par conducteurs aériens, souterrains et au niveau du sol, la traction par accumulateurs, le matériel roulant, les stations génératrices de l'énergie électrique et les dépenses afférentes aux divers systèmes. Méthode parfaite, exposition simple, belle impression, dont l'espacement des lignes, les blancs, la faible justification et l'abondance des images donnent un peu de corps au livre, tout en fait une publication à la portée des gens du monde et destinée, en apparence, à préparer les esprits à la traction de l'avenir.

Cette condescendance n'est pas faite pour nous déplaire; mais, en échange de la juste considération dont jouit un auteur, quelques égards de sa part sont dus aux lecteurs qui ont encore conservé le culte de la langue et ont besoin d'être sûrement guidés dès leur initiation aux premiers mystères de la science, et c'est bien à tort que, dans ces conditions, on se croirait autorisé à se départir d'une correction absolue, sous prétexte qu'on ne s'adresse ni à des littérateurs ni à des savants. M. Maréchal n'est ni le premier venu ni nouveau venu parmi nous; à ce double titre, il connaît les exigences de la précision scientifique et les difficultés auxquelles elle se heurte, et nous n'avons rien à lui apprendre. La seule chose que nous nous permettions de lui demander, c'est de ne pas se lasser lui-même de travaux qui, sans doute, sont pour lui une bagatelle, et de prendre la peine de se relire une dernière fois avec l'unique souci du lecteur. Il est certain que cette préoccupation ne laisserait pas échapper à sa plume, — outre l'éternel abus des expressions « transport de *force* », « *électricité* » pour « énergie électrique », « *voltage* » exprimé en volts (il serait plus extraordinaire qu'il fût exprimé en ohms, à moins que ce ne fût en compensation d'une résistance indiquée, par erreur, en volts), — des incorrections telles que « éclairage » au lieu d' « éclissage », « ampères moyens » (comme s'il en existait de différentes grandeurs) pour « intensité moyenne en ampères », des mesures en « pieds », traces oubliées de transcriptions de documents étrangers, etc..... Il ne nous semble pas non plus que ce soit pour démarrer *vite* qu'il faille fournir, au démarrage, une grande intensité aux moteurs.... Mais coupons court à cette énumération; elle n'a d'autre objet que de justifier nos instances en faveur d'un concert plus harmonieux entre tous ceux, grands et petits, qui veulent bien contribuer à l'enseignement général. E. Boistel.

Das neue Physikalische Institut der Universität Erlangen (Le nouvel institut de physique de l'université d'Erlangen), par E. Wiedemann, professeur à l'Université. Leipzig. — *Johann Ambrosius Barth*, 1896. 1 vol. in-8 de 56 pages avec 8 fig. et 7 planches. Prix 6 marcs (7,5 fr).

La physique a rendu d'assez grands services à la vie moderne pour qu'on la traite en enfant gâtée, après en avoir fait plus ou moins la cendrillon de l'Université; aussi voit-on en tous pays s'élever des palais consacrés à son étude.

Dans certaines villes, la physique est un prétexte; on lui bâtit une façade derrière laquelle elle s'abritera tant bien que mal; dans d'autres, le laboratoire est adapté aux besoins des travaux et de l'enseignement, et la façade s'en arrange comme elle peut. Heureux les professeurs qui disposent ainsi d'un espace de leur choix et de crédits

leur permettant de construire pour leur propre usage un laboratoire commode, sans subir les exigences des architectes et des commissions d'alignement.

M. Eilhardt Wiedemann est un de ces élus; après avoir beaucoup vu, beaucoup voyagé, et surtout beaucoup travaillé, au moment où il a pu se rendre un compte exact des besoins des recherches modernes et de l'enseignement de la physique, il lui a été donné de bâtir sa maison; il l'a fait avec bonheur, et veut communiquer quelque chose de sa joie à ses confrères.

La description qu'il nous donne de son laboratoire sera utile à tous ceux dont une pareille entreprise viendra récompenser les travaux. Elle sera lue avec plaisir et méditée avec fruit par les hommes de science et par les architectes; les uns et les autres verront, dans ce modèle d'installation, comment on a tiré parti de l'espace accordé et comment on a adapté la technique moderne aux besoins de la science.

L'institut de physique de l'université d'Erlangen n'est pas un de ces palais comme la Reichsanstalt de Charlottenbourg ou comme le laboratoire de Zurich. Ses proportions sont plus modestes : un bâtiment de 45 m de longueur et d'une quinzaine de mètres de largeur, isolé dans un jardin enclos, avec une seule rue à proximité, telles sont en gros les conditions de l'installation. En hauteur, l'institut comprend trois étages en plus du rez-de-chaussée. On y accède par un perron conduisant directement à un couloir ayant d'un côté le laboratoire proprement dit, de l'autre les amphithéâtres, de façon à ce que le va-et-vient des étudiants ne vienne pas gêner les travaux. Comme arrangement intérieur, on a fait en sorte de séparer complètement les travaux élémentaires des travaux de recherches. Pour les premiers, les appareils sont montés sur des tables séparées auxquelles les élèves passent successivement. Quant aux recherches, elles sont groupées suivant les conditions extérieures d'éclairage, de perturbations magnétiques, etc. Pour les travaux délicats où interviennent les forces magnétiques, on se propose du reste d'ériger encore un petit bâtiment isolé.

Nous ne saurions entrer dans le détail de l'installation, pour laquelle tout a été prévu, de façon à utiliser le mieux possible la place disponible, à éviter les pertes de temps et les dégâts toujours à craindre dans les laboratoires de recherches ou d'enseignement.

Un exemple seulement. Les conducteurs allant aux divers étages du bâtiment passent, dans le vestibule, par un appareil de contrôle permettant, soit d'établir le courant direct, soit de faire une dérivation par une lampe placée sur le coupe-circuit. Un mouvement de la manette après que le laboratoire a été évacué montre si l'on a laissé, à l'un des étages, le courant sur une lampe ou sur un appareil. On voit que M. Wiedemann se méfie des étourderies de ses élèves; tous les professeurs, croyons-nous, en sont là; l'idée d'un contrôle automatique est de celles qui viennent quand on y a été pris. C. É. G.

Elektrizitätswerke in der Schweiz (Usines d'énergie électrique en Suisse), par Wyssling et Blattner. — Zurich, 1896.

Ce magnifique volume n'est pas, à proprement parler, un ouvrage : il lui manque, à ce titre, la qualité essentielle, l'unité; mais ce défaut, si défaut il y a, est voulu et en fait plus qu'un ouvrage, *une œuvre* et une œuvre aussi intéressante et utile que séduisante. Je m'explique.

A l'occasion de l'Exposition de Genève, au moins autant que de la réunion d'électriciens dont elle a été l'occasion et pompeusement qualifiée de « Congrès électrotechnique international », les organisateurs de cette double fête ont eu l'heureuse idée de rassembler en un superbe volume in-quarto une série de *Notices descriptives sur un certain nombre d'usines d'énergie électrique en Suisse*, offerte à ses participants de fait ou de cœur. C'est à ce dernier titre que j'ai le plaisir d'en posséder un exemplaire et d'en parler avec un certain amour de propriétaire.

Que la Suisse ait mis quelque orgueil national à répandre ainsi dans le monde ce témoignage écrit de son activité industrielle et de son intelligence à profiter des avantages qu'une nature bienfaisante a mis largement à sa disposition; non seulement je ne le nie pas, mais je l'en félicite. Je trouve même dans cette publication une manifestation du libéralisme dont elle est justement fière, en ce sens que cette collection est uniquement l'assemblage indépendant des notices qui, à l'instigation de son comité d'organisation, lui ont été fournies par ses grandes maisons de constructions mécaniques et électriques. Nul lien apparent ne relie en effet entre eux ces divers documents, si ce n'est une certaine méthode dans l'ordre commun des matières spéciales à chaque installation décrite; aucune critique, aucune réflexion ne les accompagne; elles sont toutes reproduites dans leur originalité, en laissant au lecteur le soin de discerner les qualités d'adaptation des divers systèmes aux non moins diverses circonstances locales.

Quand je dis « lecteur », plût au ciel! du moins en ce qui nous concerne; car, malheureusement pour notre ignorance des langues, sur vingt et une monographies (stations centrales et exploitations d'éclairage, transports d'énergie mécanique, tramways) que contient ce recueil, un tiers seulement en est rédigé en français; les autres descriptions en sont données en allemand et, par suite, réservées à un petit nombre de privilégiés. La rapidité avec laquelle ce travail a dû être effectué pour arriver en temps utile est une excuse suffisante à ce petit manquement aux usages internationaux. Nous l'admettons bien volontiers, non sans le regretter toutefois pour nos compatriotes. L'abondance des gravures, plans, schémas, vues perspectives, etc., en facilite d'ailleurs beaucoup l'intelligence.

Le tout est édité avec un soin et un luxe qui font le plus grand honneur à tous les collaborateurs de cette remarquable publication. Elle est, pour ceux qui ont pu suivre les excursions des congressistes de Genève, un

de 7 pour 100, ce qui emploierait 700 000 fr, et d'affecter 900 000 fr à la réserve spéciale.

Le fonds d'amortissement s'élève à 548 072 fr et les réserves à 1 575 698 fr.

L'Assemblée a accepté ces propositions.

Société Viennoise d'Électricité. — Pendant le dernier exercice, le nombre des lampes alimentées est passé de 22 765 à 28 758 et les recettes de 391 442 fr à 495 734 fr.

Les frais d'exploitation se sont élevés à 233 244 fr et ont laissé un bénéfice brut de 262 490 fr.

Le Conseil a proposé de distribuer un dividende de 18 fr soit 3,60 pour 100 du capital et de reporter à nouveau 3 274 fr. L'Assemblée a approuvé ces propositions.

Usines électriques de Olten-Aarburg (à Olten, Suisse). — Constituée au capital de 2 000 000 fr dont 682 500 fr versés, la Société ne pourra distribuer de dividende pour son premier exercice (31 octobre 1895 au 31 mars 1896), les dépenses de premier établissement ayant été supérieures de 517 000 fr aux prévisions.

Il est question d'augmenter le capital.

Tramway électrique Zurich-Oerlikon-Seebach. — Cette Société a été créée au capital de 900 000 fr : son conseil a résolu de céder à forfait, pour 170 000 fr, à la Société Oerlikon, les travaux d'établissement de la ligne : l'exploitation devra commencer en avril 1897.

Une station spéciale fournira l'énergie électrique.

Union à Berlin. — La Société vient de passer un accord avec la Société Nationale des Chemins de Fer Vicinaux pour exploiter électriquement les lignes Manage, Morlanwelz, Mariemont et la Louvière.

Compagnie française des Câbles Télégraphiques. — Le procès intenté à la *United States and Haïti Cable and Telegraph C°* et à la Compagnie française des Câbles Télégraphiques vient d'être ajourné pour la troisième fois, et remis au 16 novembre. Ces remises successives paraissent indiquer le peu d'intérêt que le ministère public lui-même attache à cette affaire, que l'on considère ici comme une manœuvre des Compagnies concurrentes, dont le monopole se trouve visé par l'établissement de la nouvelle ligne que la *United States and Haïti Cable and Telegraph C°* va établir entre les deux Amériques, et par les abaissements de tarifs qui en résulteront.

Il ne s'agit d'ailleurs pas du câble transatlantique, dont la construction se poursuit en ce moment, et qui sera établi dans le courant de l'été de 1897, entre Brest et Cap-Cod (près New-York), mais d'une ligne posée dans d'autres parages par une Compagnie américaine, entre les États-Unis et les Antilles (Haïti).

La question, peu importante en elle-même, suivant les informations citées plus haut, ne saurait, en tout cas, toucher les porteurs d'obligations 4 pour 100 (Câble Transatlantique), l'établissement d'un nouveau câble entre la France et les États-Unis ne pouvant être en discussion, car ce câble ne sera que le doublement de la ligne existante et en fonction (P. Q.), que possède déjà la Compagnie française des Câbles Télégraphiques, entre Brest et New-York, doublement qui sera effectué en vertu des droits d'atterrissement antérieurs attachés à cette ligne, et sur lesquels le gouvernement des États-Unis n'a pas à revenir.

Tramways de Cassel. — Le nouveau Conseil d'administration, en même temps qu'il transportait à Berlin le siège social, a décidé de transformer le mode de traction et d'employer les procédés électriques.

L'amortissement des frais à provenir de cette transformation pourront être amortis, car la concession n'expire qu'en 1956.

L'énergie électrique serait fournie par la station centrale de Cassel, qui fonctionnera l'été prochain.

En 1895, les recettes d'exploitation ont été au total de 264 000 fr, et les dépenses de 138 000 fr.

Le nombre de km voiture parcourus a été de 8539.

Compagnie nouvelle d'Électricité. — Dans sa séance du 4 novembre 1896, le Conseil d'administration a décidé l'appel du troisième quart du capital. Les actionnaires sont en conséquence priés de verser 125 fr par action, avant le 15 décembre prochain, au plus tard, à l'une des adresses suivantes : Banque de Paris et des Pays-Bas, rue d'Antin, 3, Paris; Banque de Mulhouse, à Mulhouse; Banque Commerciale de Bâle, à Bâle.

Le siège social a été transféré 7, rue Beudant.

Société industrielle de Moteurs électriques et à vapeur, Société anonyme. — Les actionnaires de la Société sont invités à verser 250 fr par action, représentant les deuxième et quatrième quarts, sur les actions dont ils sont titulaires.

Le versement de 250 fr par action devait être effectué au plus tard le 20 novembre 1896. La constatation en était faite par l'estampillage des certificats provisoires d'actions qui devront être présentés.

Société générale d'Éclairage et de Force motrice. — Les actionnaires sont convoqués au siège social, 80, rue Taitbout, le 30 novembre, pour statuer sur une proposition d'augmentation du capital social, partie contre apports et partie contre numéraire et autoriser une émission d'obligations.

Société française d'Exploitation des procédés Hermite. — Les actionnaires sont convoqués, 4, rue Drouot, le 2 décembre, pour délibérer conformément aux articles n°s 33, 43, 45 et 46 des statuts.

Compagnie française des Piles universelles. — Les actionnaires sont convoqués le 7 décembre, au domicile de M. J. Wolf, administrateur-délégué de la Société, 11, boulevard Saint-Martin, Paris. — Ordre du jour : Dissolution de la Société.

Compagnie générale des Lampes à incandescence. — Les actionnaires sont convoqués le 28 novembre, au siège social, 17, rue Lafayette, Paris. — Ordre du jour : 1° Modification des statuts et notamment des articles 2, 38 et 39; 2° consolidation d'une partie des avantages attribués au conseil d'administration, quant à sa participation dans les bénéfices sociaux, par la création de parts bénéficiaires; 3° nomination d'un ou plusieurs commissaires chargés de faire un rapport à ce sujet.

Société anonyme d'électricité. — Les actionnaires sont, en vertu des articles 33 et 41 des statuts, convoqués en assemblée générale extraordinaire pour le lundi, 26 octobre, au siège social, 3, rue François-Lemaire, à Douai, à trois heures, pour délibérer sur un projet de fusion ou annexion de ladite Société avec toutes autres Compagnies.

Compagnie électrique du Secteur de la rive gauche de Paris. — Les actionnaires sont convoqués pour le 30 novembre. — Ordre du jour : Vérification de la déclaration de souscription et de versement faite le 13 novembre 1896, constatant l'émission de 2000 actions nouvelles de 500 fr. — Approbation de la nomination de plusieurs administrateurs et autorisation à divers administrateurs de traiter avec la Société.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

34 416 — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus à Paris.

5e Année. — N° 120. 25 Décembre 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. E. HOSPITALIER. 12, rue de Chantilly — Paris.	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris.

SOMMAIRE

MM. les abonnés dont l'abonnement expire fin décembre sont priés de bien vouloir adresser à M. LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris, en un mandat-poste, le renouvellement de leur abonnement.

INFORMATIONS

E. Le Carpentier. — Nous avons le regret d'apprendre à nos lecteurs la mort de M. Émilien Le Carpentier, qui avait succédé à M. Gaston Roux comme secrétaire de la rédaction de l'*Industrie électrique*. Nos lecteurs n'ont pas oublié quelle saveur particulière présentait la chronique de l'électricité dont il était plus spécialement chargé.

Malade depuis quelque temps déjà, il avait dû chercher un climat plus favorable, et quitter Paris pour Menton, où il s'est éteint le 12 décembre, à peine âgé de trente-quatre ans.

Frein électrique des tramways du Havre. — La Compagnie française d'exploitation des procédés Thomson-Houston termine en ce moment les travaux d'extension des lignes électriques des tramways du Havre. Sur les lignes à pentes rapides, telles que celles du boulevard Maritime et de Sainte-Adresse, on doit faire usage de voitures munies d'un frein électrique. Ce frein utilise la puissance vive de la voiture pour produire progressivement et rapidement son arrêt sans bloquer les roues, et, par suite, sans les déformer. Ce résultat est obtenu en faisant travailler les moteurs comme des génératrices entraînées par le mouvement de la voiture sur les rhéostats de réglage, et en utilisant en outre le courant ainsi produit à actionner un frein magnétique constitué par un électro-aimant appuyant contre ses pièces polaires un disque de fonte claveté sur l'axe des roues. Le disque agit comme frein par son frottement et par les courants de Foucault qui se développent dans sa masse. Un limiteur d'intensité empêche que le courant de freinage soit trop énergique et fasse patiner les roues. La mise en route, l'accroissement et le ralentissement de vitesse, le freinage et l'arrêt se font en tournant simplement la manivelle du coupleur dans un sens ou l'autre. La conduite d'une voiture est ainsi ramenée à la manœuvre d'une seule poignée.

Chauffe-pieds électrique. — Une intéressante application du chauffage électrique vient d'être faite par *The American Electric Heating Corporation*, de Boston. C'est une chaufferette électrique pour les pieds d'un volume et d'un poids restreints (4 kg), consommant 50 watts et réglée pour maintenir une température douce, agréable et constante. Avec des prises de courant convenablement réparties, la même chaufferette peut être utilisée dans toutes les pièces d'un appartement. Elle atteint sa température normale en quinze à vingt minutes.

Malgré le prix élevé de l'énergie électrique fournie par les stations centrales, les chaufferettes électriques peuvent être appliquées utilement dans toutes les installations de luxe où le confortable passe avant la dépense. A 1 fr le kilowatt-heure, le chauffe-pieds électrique ne consomme que cinq centimes par heure, ce qui n'a rien d'excessif.

La silichromite. — Tel est le nom donné par MM. Gin et Leleux à un nouveau produit obtenu en traitant au four électrique un mélange de fer chromé naturel, de sable et de charbon. Le fer chromé est formé d'un mélange de chromite de protoxyde de fer et d'aluminate de magnésie; si l'on ajoute à ce minéral de la silice et du charbon et qu'on soumette ce mélange à la température du four électrique on obtient une masse fondue à texture cristalline dans laquelle le siliciure de chrome est la matière dominante. Le produit ainsi formé ou *silichromite* est une masse cristallisée extrêmement dure, facile à pulvériser à l'aide de broyeurs et dont les poudres peuvent servir à confectionner des meules et des polissoirs. C'est donc un succédané du carbure de silicium ou carborindon fabriqué depuis quelques années en Amérique par M. Acheson.

L'énergie de la foudre. — *L'Association française pour l'avancement des sciences* publie depuis quelque temps, sous le nom de l'Intermédiaire de l'AFAS, un bulletin paraissant dix fois par an, et dans lequel sont insérées les questions et les réponses adressées par les membres de l'Association, relatives à des questions délicates d'un intérêt général en particulier. En voici une qui présente un caractère électrique spécial, et qu'il nous semble intéressant de reproduire :

« 111 [II]. — Y a-t-il eu des évaluations théoriques ou « pratiques, même approximatives, en volts, ampères et autres « unités du système C.G.S., du potentiel, de l'intensité, et « d'autres éléments de l'éclair, déduits de l'observation et des « effets de certains coups de foudre (fusion de pièces métal-« liques, longueur de l'éclair, distance des nuages, etc.)? »

H. Brocard.

Nous insérerons et nous transmettrons à l'AFAS les réponses que voudront bien nous communiquer nos lecteurs relativement à cette question des plus importantes, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue industriel.

L'acétylène liquéfié. — Une explosion nouvelle d'acétylène liquéfié survenue le 12 décembre à Berlin a causé la mort de quatre personnes. On ne manque pas, dans certains milieux hostiles au développement du nouvel illuminant, d'accuser l'acétylène — sans épithète — d'un accident causé uniquement par l'acétylène *liquéfié*. Nous tenons à insister sur une distinction d'autant plus nécessaire que les accidents la rendent plus fréquente, et que l'acétylène gazeux pâtit des malheurs causés par l'acétylène liquéfié.

— Rappelons à nos lecteurs que notre étude sur la *Fabrication industrielle du carbure de calcium* paraîtra dans le numéro du 10 janvier 1897. Le numéro du 25 janvier renfermera la septième édition de la *Statistique des stations centrales de distribution d'énergie électrique* établies en France au 1er janvier 1897, et le numéro du 10 mars la cinquième édition de notre *Statistique des chemins de fer et tramways électriques* établis en Europe au 1er janvier 1897. Nous adressons un dernier et pressant appel à nos lecteurs en les priant de nous fournir tous les renseignements de nature à rendre ces études aussi complètes que possible, et nous les remercions à l'avance de leur éventuelle collaboration.

Nous envoyons d'office un numéro de *l'Industrie électrique* à tous les correspondants dont nous utilisons les renseignements.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Bordeaux. — *Traction électrique.* — La traction électrique qui depuis longtemps passionne le public bordelais et dont il a été souvent question dans nos colonnes reçoit chaque jour une nouvelle extension dans Bordeaux ou sa banlieue. Dernièrement (nº 118, **1896**, p. 514) nous avons expliqué les avantages que pourrait retirer le public de la proposition de M. Clavel ainsi que les principales conditions à imposer aux demandeurs en concession, nous exposerons aujourd'hui les dispositions spéciales qui seront prises pour la construction.

Le tracé des lignes est indiqué dans un tableau séparé et la longueur totale approximative des voies (exprimée en voie simple) à construire immédiatement est de 85,409 km, qui se subdivisent ainsi comme système de traction : fil aérien sur poteaux à double bras, 14,46 km; fil aérien, 62,750 km; accumulateurs ou caniveaux, 7,05 km; réservé, 200 m. En outre, on a ajourné la construction de 11,54 km et on prévoit pour les lignes éventuelles un réseau de 18,75 km.

La traction sera faite conformément à ces indications, mais le concessionnaire sera toutefois autorisé, s'il le préfère à faire sa traction dans la ville tout entière avec des accumulateurs.

La prise de courant sur les fils aériens se fera au choix de la ville, soit par le trolley axial, soit par trolley latéral, soit par archet.

Dans les grandes voies du centre, détaillées sur le programme, il ne pourra pas être établi de conducteurs aériens.

Les poteaux, qui seront conformes aux dispositions et aux types arrêtés par la ville, devront être conçus de manière à pouvoir recevoir, soit une lampe électrique, soit deux lanternes à gaz. Ceux des poteaux placés sur la chaussée des voies empruntées devront être munis d'une lampe électrique ou de deux lanternes à gaz éclairées aux frais du concessionnaire.

Des dispositions spéciales indiquent : le nombre de places des voitures, de 40 à 50; leur éclairage à l'électricité, la fréquence et la régularité des départs; les tarifs qui, dans tous les cas, ne pourront être supérieurs aux tarifs actuels; les conditions d'entente entre les Compagnies pour la pénétration en ville des tramways suburbains, lignes existantes et lignes éventuelles; les changements aux installations, et enfin, après des prescriptions diverses d'ordre général et de sécurité, les conditions de rachat de la concession actuelle et la durée de la concession nouvelle qui sera consentie jusqu'à l'expiration de la concession que possède actuellement la ville.

Les clauses de participation de la ville dans les recettes ne sont pas les moins intéressantes du programme : elles sont ainsi spécifiées : le droit de stationnement actuellement perçu par la ville sera supprimé et remplacé par une taxe de 0,005 fr par voyageur transporté.

Le concessionnaire fera de plus, chaque année, à la ville, une remise sur le montant des recettes brutes qu'il réalisera au-dessus de 40 000 fr par km de ligne.

Boulogne-sur-mer. — *Éclairage.* — Dans de récentes séances, le Conseil municipal a longuement discuté la question des tarifs de l'énergie électrique. On connaît la situation (nos 80 et 91, **1895**, 159 et 423). La ville de Boulogne a donné la concession de l'éclairage électrique à une Compagnie. Les tarifs maxima fixés par le cahier des charges sont revisables tous les cinq ans au moyen d'une procédure dont aucun des contractants jusqu'à ce jour n'avait eu l'idée de discuter le caractère. La Ville nommait deux experts, la Compagnie en

désignait deux de son côté, et ces quatre jurés décidaient s'il y avait lieu, en l'état actuel de la science et de l'industrie, d'abaisser les tarifs en vigueur.

La première période quinquennale étant expirée, il avait été procédé ainsi qu'il vient d'être dit et le Conseil municipal avait été saisi d'un rapport des experts constitués de part et d'autre concluant au maintien des tarifs actuels. Ce fut une déconvenue.

Avant de ratifier par un vote la sentence des experts, le Conseil renvoya l'examen de leurs dires à une commission.

Cette commission, par l'organe de M. Vuaflart, dans un rapport très étudié, très documenté, et qui fait honneur au zèle de son auteur, a conclu, à l'encontre des experts, qu'un abaissement du prix de l'éclairage électrique était possible et légitime. Sur quelles données, sur quels chiffres la commission a-t-elle étayé ces conclusions? Nous épargnerons cette étude aride à nos lecteurs, renvoyant les curieux et les techniciens au rapport même de M. Vuaflart, inséré aux fascicules du Conseil municipal. Il suffira de dire que ces données et ces chiffres ne sont guère contestables et n'ont pas été sérieusement contestés. La Commission demandait donc au Conseil municipal, d'une part, de repousser la sentence des experts, et d'autre part, s'autorisant d'une lecture littérale et judaïque du traité, d'inviter l'Administration à provoquer directement l'abaissement du prix de l'électricité par voie d'arrêté, la mission des experts ne consistant plus qu'en une sorte d'enregistrement postérieur et platonique.

M. Thierry propose un amendement tendant à improuver la sentence des experts et à recommencer la procédure en vertu des dispositions du paragraphe 10 de l'article 15 du traité.

Après intervention de M. O'Kelly qui fait ressortir l'exagération des prix actuellement pratiqués par la Compagnie électrique, M. Lemaître dit qu'il votera la partie des conclusions de la Commission qui consiste à ne pas ratifier la sentence des experts : mais il ne saurait en bonne foi adopter l'interprétation du traité que préconise la Commission, interprétation contraire à tous les précédents et à l'intention évidente des contractants.

Il craint de ce chef un mécompte judiciaire et dépose un amendement tendant à repousser la sentence des experts d'une part et à renvoyer à une commission spéciale l'étude des moyens propres à faire bénéficier la Ville et les consommateurs des réductions de prix présentées comme légitimes dans le rapport Vuaflart.

La première partie qui improuve la sentence des experts est votée par 10 voix contre 4.

La deuxième partie (renvoi à une commission de l'étude des moyens d'obtenir l'abaissement) est rejetée par 11 voix contre 10.

Ce sont donc les conclusions de la commission, aux termes desquelles l'administration est invitée à procéder directement à l'abaissement du prix de l'électricité, qui ont prévalu.

Cherbourg. — *Éclairage.* — Les longs pourparlers dont notre chronique s'est faite l'écho relativement à l'éclairage de Cherbourg (nº 47, **1893**, p. 538 et nº 105, **1896**, p. 138) n'auront pas été vains.

Nous apprenons en effet que tout dernièrement le Conseil municipal s'est réuni pour entendre le rapport de la commission des travaux concernant le choix et l'emplacement des candélabres destinés à l'éclairage électrique de la voie publique.

Toutes les lampes employées pour l'éclairage public seront des lampes à arc.

Trois seulement suffiront pour l'éclairage de la place du Château, la rue Gambetta jusqu'à la rue de la Fontaine, la rue Fontaine, la place de la Fontaine, la rue François-la-Vieille, la place d'Armes, les rues de la Paix, de l'Union, Tour carrée, la place de la Révolution, la rue du Port, la place Bricqueville, le quai Caligny et le quai Alexandre III.

La canalisation des fils conducteurs sera souterraine, le concessionnaire pourra, s'il le juge à propos, utiliser les égouts. Cette canalisation ne deviendrait aérienne que si l'autre système présentait de trop sérieuses difficultés. Les fils seront entourés d'enveloppes isolantes et disposés de façon à ne présenter aucun danger pour les personnes et aucun inconvénient pour le fonctionnement des services publics.

Dans les rues où passera la canalisation, le courant électrique sera fourni soit pour l'éclairage, soit pour la force motrice, aux particuliers qui contracteront un abonnement de trois ans.

L'énergie électrique dépensée sera mesurée à l'aide de compteurs qui seront fournis en location par la Société.

Le prix de l'énergie vendue pour l'éclairage est fixé pendant la première période de 20 ans, à 1,50 fr le kw-h, pour les lampes à incandescence.

Pour les lampes à arc de 4 ampères, il sera perçu 0,25 fr par heure, 0,325 fr pour les lampes de 6 ampères. 0,50 fr pour les lampes de 8 ampères et 0,625 pour celles de 10 ampères.

Pour la force motrice, la Compagnie est libre de ses tarifs, pourvu qu'ils ne dépassent pas les prix du kw-h ci-dessus fixés.

Les frais d'éclairage par l'électricité sont moindres qu'avec l'éclairage du gaz tel qu'on le paie à Cherbourg. Il y aura donc là pour les commerçants un avantage des plus appréciables en dehors de ceux que l'électricité présente par rapport au gaz au point de vue de la sécurité, de la chaleur développée, de la conservation des marchandises.

Aussi la Compagnie a-t-elle reçu déjà de nombreuses demandes d'abonnement de la part de commerçants établis dans les rues qui vont être desservies.

Il n'est pas douteux que cet exemple ne soit suivi dans tous les quartiers au fur et à mesure que la Société étendra son périmètre d'exploitation.

On sait que la Compagnie sera tenue d'augmenter ce périmètre de 250 m par an, si les habitants de ce nouveau parcours souscrivent un ensemble de 100 lampes de 10 bougies ou 60 lampes de 16 bougies, et si la municipalité doit y faire placer 4 groupes de 2 lampes à arc ou à incandescence.

Le premier circuit dont nous avons donné plus haut la composition sera, selon toutes probabilités, mis en activité dans les premiers jours de janvier.

Les travaux d'installation de l'usine sont en effet à la veille d'être terminés, et la Société n'attend plus que l'approbation préfectorale pour commencer la pose de son réseau.

L'éclairage public sera fait de manière à ce qu'il donne pour chaque appareil un minimum de 1000 heures par an.

Pendant la durée du traité actuel, la ville s'est engagée à ne pas réduire son éclairage au gaz sur la voie publique.

Le gaz économisé là où sera installée la lumière électrique, sera utilisé sur d'autres points où l'on augmentera par suite le nombre des becs de gaz actuels.

La ville profitera donc dans son ensemble de cette innovation qui contribuera à donner aux rues et aux magasins un aspect tout à fait nouveau.

Grenoble. — *Traction électrique.* — La Commission nommée par arrêté préfectoral du 30 octobre 1896, pour donner son avis sur les résultats de l'enquête à laquelle ont été soumis les projets présentés par la Compagnie du tramway de Grenoble à Chapareillan pour des modifications du tracé sur les communes de Bernin, Crolles, Lumbin, La Terrasse, La Flachère et Chapareillan, s'est réunie à la Préfecture, mercredi 18 novembre.

La Commission a adopté les propositions présentées par la Compagnie concernant les communes de Bernin, Crolles, Lumbin, La Flachère et Chapareillan.

Elle a donné acte des engagements pris par la Compagnie en ce qui concerne l'élargissement dans la traversée de Bernin et la modification de l'emplacement du tramway sur la route nationale dans la traversée de Chapareillan.

La Commission a également émis un avis favorable au tracé par la route, dans la traversée de La Terrasse, et donné acte à la Compagnie de l'offre d'une somme de 20 000 fr.

Langeac (Haute-Loire). — *Éclairage.* — La question de l'éclairage électrique suscite dans cette ville de vives polémiques. La nouvelle municipalité, qui avait reproché très vivement à l'ancienne sa complète inaction, s'est hâtée de mettre à l'étude cette question importante au lendemain des élections.

Mais aussitôt ont surgi des difficultés d'exécution sur lesquelles personne ne s'était expliqué dans les programmes électoraux. L'éclairage électrique sera-t-il installé directement par la commune ou bien s'adressera-t-on à un entrepreneur?

L'ancienne municipalité, qui est devenue la minorité du nouveau Conseil, soutient que la commune devrait se charger seule de l'installation et de l'exploitation de l'usine à créer; elle profiterait ainsi, le cas est échéant, des bénéfices à réaliser. Elle propose de porter la question devant le corps électoral par voie de démission collective.

La municipalité actuelle répond que le système de la concession est le plus généralement employé et donne de meilleurs résultats.

Afin de mettre fin à toutes les discussions le Conseil décide d'ouvrir dans la mairie un registre où les électeurs consultés peuvent répondre par oui ou par non à la question de l'exploitation de l'entreprise par la ville ou par un concessionnaire.

Monceau-sur-Oise (Aisne). — *Éclairage.* — Nous sommes heureux d'annoncer que la ville de Monceau-sur-Oise va être dans quelques mois dotée de l'éclairage électrique.

Par une délibération récente, le Conseil municipal de cette ville vient d'approuver le traité passé avec M. Vinchon fils, concessionnaire de l'éclairage.

La puissance motrice sera empruntée au moulin de M. Vinchon, qui possède déjà dans son usine une installation électrique. L'appareillage sera fourni par la maison Sautter-Harlé de Paris et posé sous la direction de M. Desson, ingénieur à Saint-Quentin. Treize lampes à arc éclaireront les principales rues, cent lampes de 16 bougies assureront le restant de l'éclairage.

Grâce à la modicité des frais d'installation et au grand avantage d'une force motrice naturelle, le prix de l'éclairage sera extrêmement modique, il est dès maintenant fixé à 15 fr par lampe-an de 16 bougies et 13 fr par lampe-an de 10 bougies.

Les heures d'éclairage n'étant pas limitées, les prix ci-dessus s'étendent à toute la nuit.

Voilà de beaux avantages dont vont profiter les habitants de Monceau-sur-Oise, grâce à l'esprit d'initiative de leur municipalité, à l'intelligence et à la consciencieuse modération du concessionnaire et des constructeurs.

Puisse cet exemple être bientôt suivi!

Noyal (Aisne). — *Éclairage.* — Nous apprenons que M. Decaux, de Noyal, à qui les municipalités de Proix, Macquigny, Longchamps et Vadencourt ont accordé, en principe, le monopole de l'éclairage public et privé, va créer prochainement audit Noyal une station centrale d'électricité.

Cette station comprendra quatre secteurs principaux formés par les communes sus-désignées et quelques secteurs secondaires.

Deux turbines, d'une puissance de 50 chevaux chacune, actionneront une dynamo pouvant alimenter 1500 lampes de 10 bougies chacune.

La station fournira également le chauffage, la transmission de force motrice, et en général toutes les applications de l'électricité.

Elle fera toutes les installations à ses frais et l'éclairage par lampe et par nuit coûtera 7 centimes seulement.

ÉTRANGER

Gand (Belgique). — *Éclairage.* — Il est désormais certain que pour l'hiver prochain la gare du Sud sera éclairée électriquement.

L'usine de production de l'énergie électrique sera construite à la hauteur de la passerelle de l'extrémité du boulevard Frère-Orban au troisième *block*. Si les travaux peuvent être entamés au printemps prochain, il nous a été assuré que tout serait prêt pour l'hiver de l'an prochain.

Gleiwitz (Allemagne). — *Traction électrique.* — La Société des Tramways à vapeur de la Haute-Silésie a décidé la transformation de tout le réseau desservant le district industriel de la Haute-Silésie où la traction à vapeur sera remplacée par la traction électrique.

Le service de traction électrique sera introduit en premier lieu sur les sections : Gleiwitz, Zabrze, Königshütte, Kattowitz, Laurahütte, Benthen, Deutsch-Piekar, pour lesquelles 30 voitures automotrices et 60 voitures à remorquer ont été prévues. Il y aura aussi sur ces sections un service de marchandises.

Le nombre de places sur les voitures automotrices qui sont de seconde et de troisième classe combinées, sera réparti comme suit : pour la seconde classe, 18 places assises et 5 debout; pour la troisième classe, 20 places assises et 5 debout.

Les voitures reposent sur deux boggies présentant aux essieux un écartement de 0,785 m. Chacun des 4 axes est commandé par un moteur de 18 à 20 chevaux. L'appareillage électrique de toutes les voitures automotrices comprenant 120 moteurs, ainsi que tous les appareils de réglage et de sécurité, les câbles de transmission a été confié à la maison *Electricitäts Gesellschaft Félix Singer et Cie de Berlin.*

L'écartement des rails de 0,785 m est le plus petit en Europe sur lequel on peut appliquer la traction électrique avec suspension normale des moteurs.

Cet écartement exigé par la situation du lieu fut la cause de grandes difficultés au point de vue de la disposition des moteurs sous les voitures; toutefois, ces difficultés ont été surmontées par la Société mentionnée plus haut et la Compagnie Walker de Cleveland dont elle a la représentation et qui a construit à cet effet un moteur spécial.

C'est la première ligne de chemin de fer électrique en Europe, sur laquelle des voitures motrices à 4 axes moteurs sont en service.

La longueur totale du réseau est de 35 km environ.

Kasan (Russie). — *Éclairage.* — On nous annonce que la Société russo-belge d'entreprises électriques vient d'étendre encore son champ d'action. Elle a racheté l'entreprise d'éclairage au gaz de la ville de Kasan et a repris en même temps la concession exclusive de l'éclairage électrique de la ville, dont les premières installations sont en voie d'aménagement.

Rappelons que Kasan a une population de 180 000 habitants, qu'elle forme la tête de ligne du chemin de fer qui relie la région du Haut-Volga à la capitale russe, que c'est en outre un port très important sur le Volga.

Les résultats obtenus d'ailleurs jusqu'à présent par l'exploitation du gaz garantissent complètement la rémunération des capitaux que la Société russo-belge d'entreprises électriques a engagés dans cette affaire.

Madretsch (Suisse). — *Éclairage.* — L'Assemblée communale de Madretsch a décidé d'introduire l'éclairage électrique dans les rues de la localité. Le courant sera fourni par la commune de Boujean.

L'ÉLECTRICITÉ

AU QUATRIÈME SALON DU CYCLE

Sans prendre une importance essentielle, l'électricité joue au quatrième Salon du Cycle ouvert au Palais de l'Industrie un rôle qui n'est pas négligeable.

Tout d'abord, l'éclairage électrique y est assuré par quatre cents lampes à arc d'un nouveau système, le système *Blahnik*, et que nous aurons l'occasion de décrire.

Pendant les quatre premiers jours, l'éclairage a été, il convient de le reconnaître, des plus défectueux, et le public, ne voyant que les lampes, n'a pas hésité un instant à les rendre responsables des nombreuses éclipses de la lumière, sans se demander si l'installation un peu hâtive des chaudières, moteurs et dynamos était en état de fournir le courant dans les conditions nécessaires à l'alimentation normale des foyers électriques. — C'est dans la section des automobiles que nous devons chercher les applications de l'électriicté figurant au Salon du Cycle.

A tout seigneur tout honneur : le *coupé-cab* électrique de M. *A. Darracq* attire tout spécialement l'attention du public et obtient un succès qui nous paraît d'autant plus légitime qu'il réalise pour la première fois le fiacre électrique — et luxueux — de nos rêves depuis quinze ans. M. Darracq estime que l'on doit réserver les voitures actionnées par des moteurs à essence de pétrole à la circulation en dehors des villes, et les voitures électriques à un service urbain.

La voiture électrique de M. Darracq tient du coupé par ses formes générales, et du cab anglais par la position du conducteur placé à l'arrière et laissant ainsi aux voyageurs une perspective plus agréable que le dos du cocher ou *celui* du cheval. Le coupé huit-ressorts forme une caisse suspendue à un châssis rigide construit entièrement en tubes d'acier. Les roues sont munies de bandages en caoutchouc, et la direction des roues d'avant, montées sur un essieu dit brisé, se fait à l'aide d'un long levier actionné par le cocher et passant sur le toit de la voiture. L'énergie électrique est fournie par une batterie de 40 accumulateurs Fulmen placés partie en avant et partie en arrière de la caisse. Leur poids total est de 400 kg, et ils permettent de parcourir, sur un terrain moyen, 60 km environ sans être rechargés. Ils se rechargent sur les secteurs au potentiel de 110 volts. La vitesse normale atteint 15 km par heure et peut être portée à 18 ou 20. Le couplage des accumulateurs est indépendant des conditions de marche, et c'est par des combinaisons spéciales des circuits, que l'on fait varier le couple moteur ainsi que la vitesse. Dans la descente, le freinage se fait par récupération, sans préjudice d'un second frein électrique de sûreté à action rapide, et d'un frein mécanique à pédale. La manœuvre se fait à l'aide d'un seul levier pouvant occuper trois positions : marche avant, freinage, marche arrière.

La voiture en ordre de marche pèse une tonne à vide, et 1200 kg environ avec ses trois voyageurs.

D'après les expériences faites par M. Darracq, le coefficient de traction ne dépasse pas 0,035. A 12 km par heure en palier, la puissance mécanique nécessaire serait de 157 kgm : s. Les engrenages rendent 90 pour 100, la dynamo 85 pour 100, il faut donc fournir, tous calculs faits, 1755 watts. Les 40 accumulateurs donnant 76 volts utiles, les 1755 watts représentent un débit de 23 ampères. La capacité des accumulateurs est de 125 A-h pour 25 ampères. On peut donc compter sur une marche d'un peu plus de 5 heures. (Dans sa notice, M. Darracq trouve 6,5 heures en supposant la capacité proportionnelle au débit et en ajoutant 10 pour 100 pour la récupération, mais cette addition ne peut être que le résultat d'une erreur, car pour récupérer, il a fallu dépenser à la montée, et il n'est pas tenu compte de cette dépense dans le calcul du travail de traction).

On peut donc compter sur une marche effective de 50 à 60 km par jour sans rechargement, ce qui dépasse de beaucoup ce que peut fournir un fiacre sans aller *r'layer*.

Nous nous réservons de revenir d'ailleurs plus en détail sur cette question très importante des fiacres automobiles électriques d'une importance capitale pour les stations centrales de distribution d'énergie électrique, et pour décrire en détail l'un des *clous* du Salon du cycle.

Si la voiture de M. Darracq est l'unique spécimen de voiture électrique, il n'en est pas de même des allumages électriques des moteurs à essence de pétrole, et l'on peut prévoir que cet allumage remplacera avant peu, dans toutes les voitures, l'allumage par tube incandescent dont la mise en train à chaque sortie est une sujétion et une perte de temps.

Quel que soit le système d'allumage électrique, l'énergie est généralement fournie par des accumulateurs Fulmen ou Boese (Dinin) rechargés périodiquement. Cependant, M. Mors utilise une petite dynamo qui maintient les accumulateurs en charge, et ceux-ci ne servent qu'un moment chaque fois, au moment du démarrage. L'étincelle est obtenue tantôt par une bobine d'induction à trembleur, tantôt par une came qui ferme le circuit primaire un instant chaque fois. En décalant le contact, on peut faire varier l'époque de l'allumage et régler à volonté la vitesse et la puissance du moteur dans des limites assez étendues.

Enfin, l'électricité est appliquée, au Salon du Cycle, à l'éclairage électrique des lanternes de la voiture de M. Darracq, application tout indiquée, et à quelques lanternes de bicyclettes, mais cette dernière application restera toujours restreinte, à cause du poids des accumulateurs, et des difficultés de rechargement.

D'après les on-dit, le cycle et l'automobile auraient l'intention d'ouvrir, l'an prochain, deux salons distincts. Si ce projet vraisemblable se réalise, nous aurons l'occasion de faire, en 1897, une ample moisson de nouveautés électriques au premier Salon de l'Automobile. E. H.

ALTERNATEURS SIMPLES

DE LA *WESTINGHOUSE ELECTRIC C°*

Si l'une des plus jolies fables de notre vieux monde a jamais été mise en défaut, c'est bien sur le nouveau continent et notamment en électricité, où le lièvre a de beaucoup devancé la tortue.

Alors qu'en 1881 nous étions déjà depuis longtemps en possession d'installations importantes par courants alternatifs, les Américains en étaient encore aux courants continus, dont l'application en grand semblait alors une nouveauté par rapport à leurs devanciers. C'est en 1886 seulement que l'introduction du système alternatif aux États-Unis par la *Westinghouse Electric C°* a commencé à révolutionner de fond en comble la fourniture de l'énergie électrique par stations centrales pour en arriver en quelques années à ce prodigieux développement dont nous ne nous faisons ici aucune idée. L'évolution n'en a cependant été que progressive, et, bien que la lampe à incandescence pratique, originaire du Nouveau Monde, fût partout en exploitation dès cette époque, c'est tout d'abord et surtout à l'éclairage par arcs qu'en fut faite, au delà comme en deçà de l'Atlantique, l'application. C'était en effet la solution économique du problème de l'éclairage à grande distance, et la longueur des réseaux aussi bien que l'ampleur des espaces à éclairer commandaient pour l'éclairage extérieur l'emploi de foyers intenses en série.

Ce montage direct fit alors adopter la fréquence élevée de 133 périodes par seconde, encore avantageuse aujourd'hui dans les distributions qui comportent l'installation d'un grand nombre de petits transformateurs, en ce qu'elle diminue les pertes par dérivation magnétique dans ces transformateurs. Actuellement cependant les progrès réalisés dans l'étude et la construction de ces derniers appareils ont permis de réduire cette fréquence,

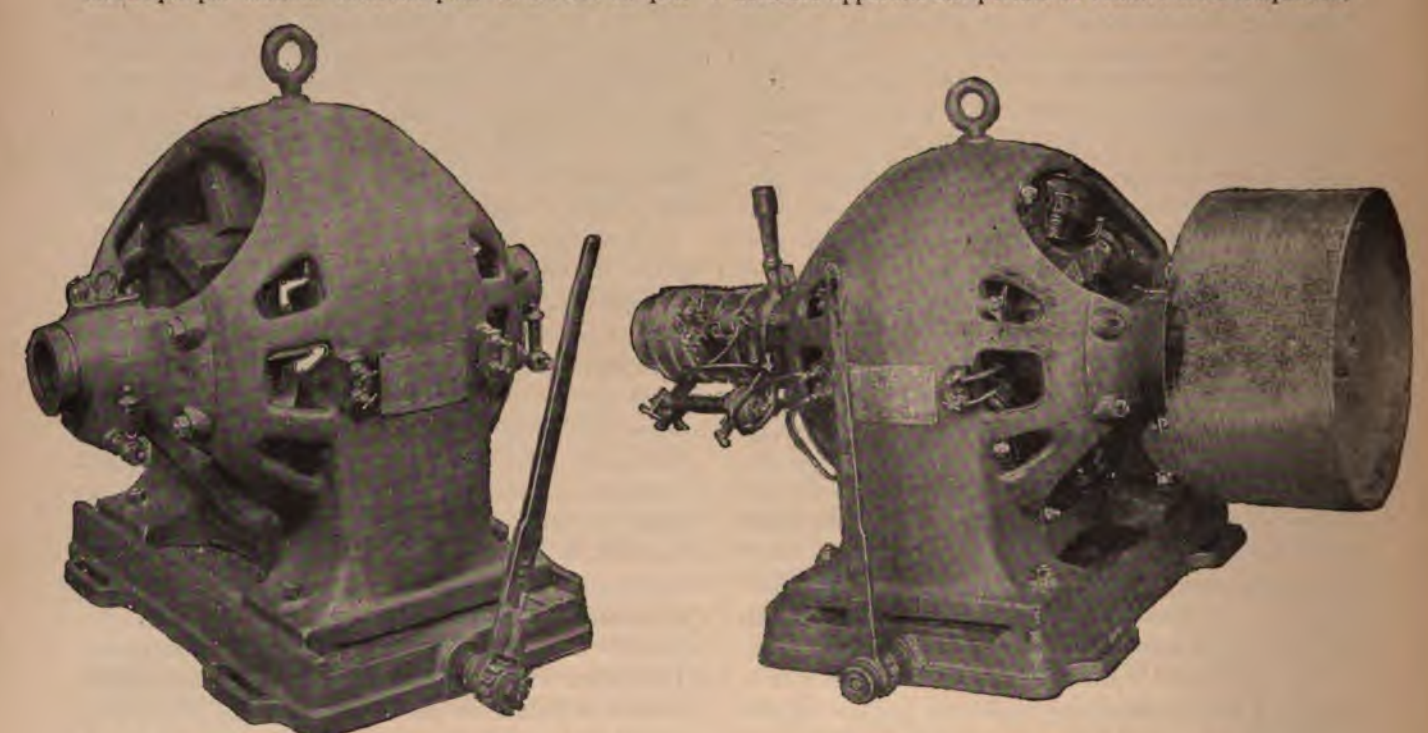


Fig. 1. — Carcasse inductrice d'un alternateur simple de 45 kw.

Fig. 2. — Alternateur simple de 45 kw, monté.

et, tout en conservant leurs caractères généraux antérieurs, les alternateurs de la *Westinghouse Electric C°* sont maintenant construits pour la fréquence commune de 60 périodes par seconde. Indépendamment des avantages mécaniques qui en résultent par suite d'une réduction considérable de la vitesse angulaire des machines, cette moindre fréquence assure, au point de vue électrique :

1° De meilleurs résultats dans le fonctionnement des moteurs pour ventilateurs, etc. ;

2° Une meilleure régulation due à de moindres chutes de potentiel dans les conducteurs primaires, les transformateurs et les lignes secondaires ;

3° Une plus facile adaptation de différents types de foyers à arc.

Les principes de construction de ces alternateurs ressortent de l'inspection des figures ci-jointes. La figure 1 montre, pour un type de 45 kw, l'aspect compact de la carcasse qui, en même temps, constitue la culasse du système inducteur et protège tout l'ensemble. Les noyaux polaires en sont formés de minces feuilles de tôle d'acier doux réunies par des rivets et montées dans le moule de la carcasse où ils se trouvent ainsi implantés de fonte. Ce mode de procéder, aujourd'hui très employé, assure, en même temps qu'une grande induction, l'élimination des pertes par courants parasites dus à la réaction d'induit.

Les bobines inductrices ne sont pas indiquées sur cette figure ; mais on les voit sur la figure 2, qui représente la machine complète avec sa poulie un peu exagérée par la perspective photographique.

En ce qui concerne l'induit, les figures 3, 4 et 5 le montrent à différents degrés d'avancement de construction. Comme on le voit sur la figure 3, le noyau est formé de disques de tôles estampées largement et profondément dentés, ces dents ayant la forme d'un T qui réserve à l'enroulement la perforation ouverte à la périphérie de



Fig. 3. — Noyau d'induit.

l'induit préférée en Amérique à la perforation fermée pratiquée en Europe. Quand, en raison des dimensions de l'induit, les tôles de son noyau doivent être faites en plusieurs segments, chacun de ceux-ci comporte une dent complète située entre deux moitiés de dents, de sorte que le joint, établi sur la ligne médiane et radiale d'une dent, n'affecte pas la réluctance du circuit magnétique. Les tôles une fois montées sur l'arbre, leurs arêtes



Fig. 4. — Introduction des bobines sur le noyau d'induit.

sont soigneusement limées et adoucies pour qu'aucune bavure ne risque de perforer l'isolant des bobines.

La figure 4 est la plus intéressante : elle montre le mode d'introduction des bobines sur les dents du noyau. Ces bobines très exactement calibrées et faites d'avance sur mandrin ont, avant la pose, une forme moins longue et plus ouverte qu'en place définitive, ce qui permet de les glisser par-dessus la partie transversale de la dent.



Fig. 5. — Induit complet d'un alternateur de 45 kw.

Elles sont ensuite étroitement serrées contre le corps radial de la dent et solidement maintenues dans cette position par des coins en bois. Leurs portions semi-circulaires qui font alors saillie sur le noyau correspondent ici aux rabattements verticaux sur les bases du tambour qui caractérisaient précédemment les induits Westinghouse. Lorsqu'elles sont toutes posées, elles sont d'ailleurs protégées extérieurement par un emboîtement dans deux bagues extrêmes en bronze qu'on voit sur la figure 5 représentant l'induit complet avec ses coussinets, ses bagues de graissage, ses bagues collectrices et le commutateur du circuit d'excitation. Cet induit est, comme on le voit, absolument cuirassé; il n'a rien à redouter des voyages et manipulations. Sa construction se prête à un facile isolement pour différences de potentiel élevées, et le remplacement des bobines, en cas d'accident, se fait sans aucune difficulté.

La figure 6 représente un alternateur du même genre,

de 60 kw; le principe en est le même; la carcasse extérieure seule diffère un peu de la précédente.

Pour les grandes puissances le même alternateur s'établit à trois paliers.

Ces machines sont compoundées; autrement dit, les inducteurs portent deux enroulements indépendants dont l'un est parcouru par le courant d'une excitatrice séparée, tandis que l'autre reçoit un courant issu de l'induit même de l'alternateur. Ce dernier provient d'une paire spéciale de bobines reliées aux segments d'un petit commutateur redresseur monté sur l'arbre de l'alternateur. Cette paire de bobines agit comme le secondaire d'un transformateur, dont le primaire est constitué par quelques spires de fil enroulées sur les mêmes projections polaires de l'induit et traversées par le courant principal. Le courant secondaire suit les variations du primaire, et son affectation, après transformation, à l'excitation partielle du champ inducteur modifie celui-ci suivant la charge de la machine.

En l'absence de toute connexion avec le circuit d'utilisation de l'alternateur, la différence de potentiel aux balais du commutateur est absolument limitée à une très faible tension qui ne dépasse pas 60 volts et est ainsi tout à fait inoffensive pour le personnel chargé de la surveillance.

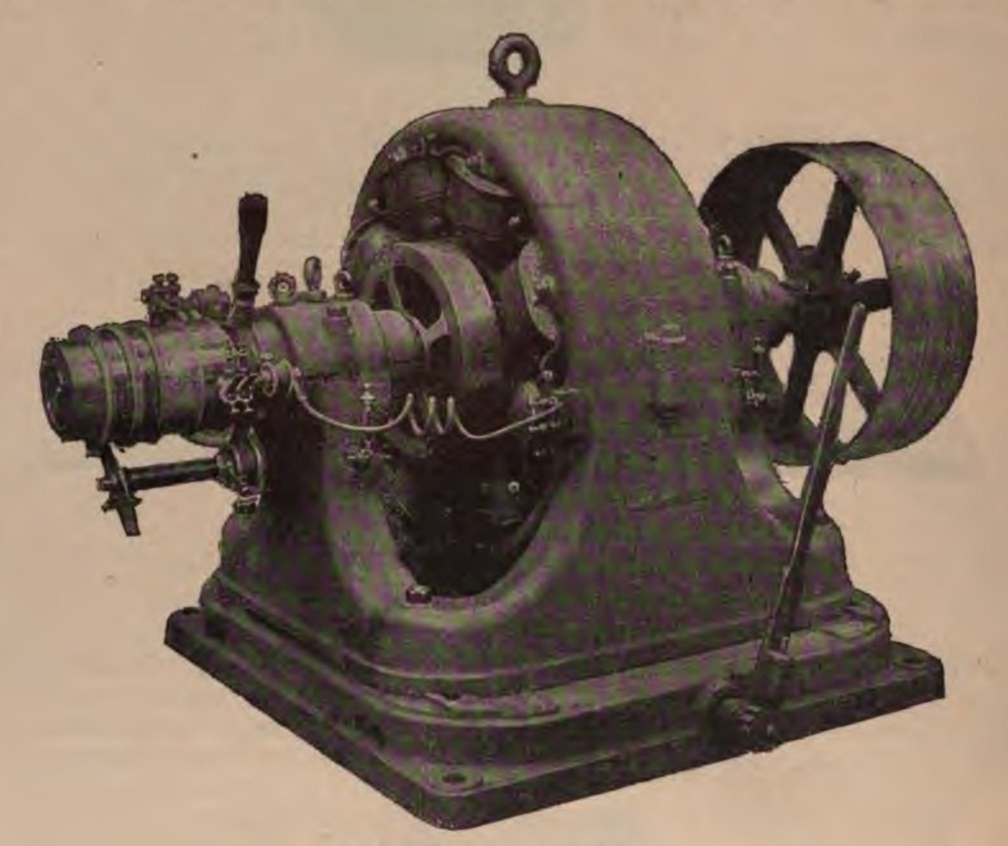


Fig. 6. — Alternateur simple de 60 kw.

Au point de vue mécanique, les coussinets, à rotule, s'alignent d'eux-mêmes dans les paliers dont la partie inférieure est venue de fonte avec le bâti, assurant ainsi le centrage exact de l'induit.

FRÉQUENCE COMMUNE : 60 PÉRIODES PAR SECONDE.						
	PUISSANCE en kw.	NOMBRE DE PÔLES.	VITESSE ANGULAIRE EN tours : m.	EXCITATION VOLTS.	EXCITATION AMPÈRES.	POIDS NET en kg.
I . . .	45	8	900	125	8	1 130
II . . .	60	8	900	125	8	1 720
	75	10	720	125	8	2 540
	150	12	600	125	22	5 350
III . . .	250	16	450	125	50	10 700

On peut d'ailleurs juger du rendement spécifique de ces alternateurs d'après le tableau ci-contre, qui se réfère, en I et II, aux types représentés par les figures 2 et 6, et, en III, au type à trois paliers dont nous avons parlé.

Dans un travail ultérieur nous étudierons d'autres éléments du matériel électrique de la *Westinghouse Electric C°*, une des plus puissantes des États-Unis.

Les transformateurs et leurs boîtes de sûreté feront l'objet d'un premier article, en attendant la description des appareils spéciaux aux courants polyphasés.

E. B.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

A L'EXPOSITION NATIONALE SUISSE DE GENÈVE, 1896

(*Suite et fin*[1].)

Éclairages installés par la Société de l'Industrie électrique et la ville de Genève. — Nous nous sommes étendus un peu longuement sur la première partie du sujet, qui était de beaucoup la plus importante et aussi la plus intéressante. Nous terminerons aujourd'hui la question en quelques mots, car avec la fin de l'année, elle perd son actualité et l'année prochaine, il ne pourrait plus être question de l'Exposition de Genève. D'autres expositions, celle de Bruxelles, par exemple, occuperont déjà l'attention des lecteurs.

Dans l'éclairage électrique des premier, troisième et quatrième lots, nous ne trouvons plus que du courant alternatif provenant de l'usine de Chèvres à 45 périodes, 2400 volts, transformé en basse tension de 2×110 volts. L'éclairage intérieur est fait par des lampes à incandescence de 16 à 100 bougies de 110 volts, unique ou en série de deux sur la tension totale.

Comme éclairage extérieur, le courant alternatif donne tout ce qu'il peut donner dans des lampes à champ tournant, nouveau système Schuckert, à 15 ampères. Les lampes sont par séries de deux sur 110 volts ou de cinq sur 220 volts. Leur fixité est remarquable, mais la lumière est d'une pâleur qui frappe de suite l'observateur même peu attentif. Cet éclairage installé par la ville de Genève est de beaucoup supérieur à celui installé par la Compagnie de l'Industrie électrique, grâce à la supériorité des lampes choisies, la Compagnie employant des lampes de sa propre fabrication.

En résumé, on peut dire qu'à même consommation d'énergie les lampes à courant continu de la Société d'électricité Alioth produisaient chacune 1800 à 2000 bougies, celles à courant alternatif de la ville de Genève 1000 à 1200 bougies, enfin celles à courant alternatif aussi, de la Compagnie de l'Industrie électrique de Genève, 800 à 1000 bougies.

On comprend facilement qu'il existe une différence si considérable entre l'intensité lumineuse produite par les lampes à courant continu et celle produite par les lampes à courant alternatif, ces dernières s'éteignant somme toute 2 fois par période, soit dans le cas particulier 90 fois par seconde, tandis que les premières brûlent constamment, l'arc ayant toujours la même direction et la même intensité.

On se rend compte de ces phénomènes d'une façon très simple en décomposant pour ainsi dire la lumière provenant des lampes, sur un écran composé de parties mobiles; l'écran de cette sorte le plus facile à se procurer est celui obtenu à l'aide d'une lame ordinaire faite de bois légèrement poli avec laquelle le promeneur fait le moulinet. Sous les rayons d'une lampe à courant continu ce moulinet s'éclairera uniformément, tandis que sous les rayons d'une lampe à courant alternatif son éclairage sera composé de bandes blanches et noires alternativement, qui seront une image fidèle de la sorte de lumière émise par la lampe.

Il ressort des expériences faites à l'Exposition de Genève, qu'à même énergie, la supériorité de l'éclairage à arc, par courant continu sur celui par courant alternatif est telle que les villes alimentées par un transport d'énergie électrique à courant alternatif, ont tout intérêt à faire soit par des commutations, soit autrement, du courant continu si elles veulent avoir sans augmentation notable des frais un bel éclairage à arc.

Généralités. — Il ressort des calculs qui n'ont pu être terminés que dernièrement, que l'éclairage de jets (éclairage extérieur) de l'Exposition de Genève comportait un minimum de 0,3 bougie par m², l'intervalle des lampes valant de 25 à 30 m tandis que l'éclairage de garde comportait une intensité de 0,5 à 2 bougies pour les espaces découverts et les locaux fermés.

Il avait été installé 330 lampes pour l'éclairage public, 2288 lampes pour l'éclairage privé, soit un total de 2618 lampes à incandescence de 16 à 100 bougies.

Il avait de même été installé 384 lampes pour l'éclairage public, 18 lampes pour l'éclairage privé, soit un total de 402 lampes à arc de 800 à 2000 bougies.

En comptant une moyenne de 40 bougies pour chaque lampe à incandescence et de 1000 bougies pour chaque lampe à arc, on arrive au total respectable d'un demi-million de bougies pour toute l'Exposition.

Dans ce chiffre n'est pas compris un phare qui était installé sur la construction la plus élevée de l'Exposition fonctionnant avec un arc alimenté en courant continu sous 50 volts et 120 ampères et qui projetait à l'aide d'un puissant réflecteur un faisceau intense dont la lumière était encore très sensible à une distance de 10 km puisque, suivant quelques personnes, il était possible d'y lire dans la nuit sombre les caractères ordinaires d'un journal éclairé par ce faisceau!

Tous les travaux d'éclairage électrique ont été exécutés par les différents entrepreneurs, pour le Comité central de l'Exposition, sous les ordres de M. l'ingénieur Autran, représenté par son adjoint M. l'ingénieur Veillard. Les travaux de la Société d'électricité Alioth étaient dirigés par l'ingénieur de la Société à l'Exposition, M. R.-B. Ritter, ceux de la Compagnie de l'Industrie électrique et de la ville de Genève étaient directement dirigés par leurs administrations respectives, celles-ci ayant domicile en la ville de Genève.

R.-B. Ritter.

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 10 octobre 1896, n° 115, p. 437 et 25 novembre 1896, n° 118, p. 522.

REVUE
DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 7 décembre 1896.

La pleurésie de l'homme étudiée à l'aide des rayons de Röntgen. — Note de M. Ch. Bouchard. — Si l'on place le thorax d'un homme bien portant entre le tube de Crookes et un écran phosphorescent, on sait qu'on voit apparaître sur cet écran le squelette du thorax figuré par une bande noire verticale à bords parallèles, et de chaque côté par des bandes obliques moins foncées représentant les côtes. De plus, on voit à droite de la colonne, vers le milieu de la région dorsale, une ombre portée par le cœur où l'on peut discerner les battements. Enfin, l'ombre portée par le foie avec sa convexité supérieure monte et descend dans la cavité thoracique suivant les mouvements respiratoires. En dehors de ces ombres, tout le reste du thorax apparaît en clair également des deux côtés. Le médiastin masqué par la colonne n'apparaît pas.

Chez trois hommes atteints de pleurésie droite avec épanchement, j'ai constaté que le côté du thorax occupé par le liquide pleurétique présente une teinte sombre qui contraste avec l'aspect clair du côté sain; que si l'épanchement ne remplit pas la totalité de la cavité, le sommet de ce côté reste clair et que la teinte sombre dessine la limite supérieure de l'épanchement, telle qu'elle est établie par la percussion et par les autres moyens habituels de l'exploration physique; que la teinte sombre se fonce de plus en plus à mesure qu'on l'observe en descendant de sa limite supérieure, où l'épanchement est plus mince, vers les parties inférieures, où il est plus épais et où son ombre se confond avec celle du foie.

J'ai reconnu de plus que, dans ces trois cas de pleurésie droite, le médiastin, qui n'est pas apparent à l'état normal, porte une ombre à gauche de la colonne et figure un triangle à sommet supérieur, et dont la base se continue avec le cœur.

Ce triangle est l'ombre portée par le médiastin déplacé par la poussée latérale de l'épanchement et refoulé vers le côté sain du thorax.

Dans un quatrième cas où l'épanchement n'existait plus, mais avait laissé à sa suite une rétraction du côté malade, c'est de ce côté que le médiastin déplacé faisait ombre.

Assurément le diagnostic peut être fait aussi sûrement et aussi complètement par les procédés habituels de l'exploration, et l'application de cette méthode est soumise à des conditions qui en rendent encore l'emploi peu pratique. Mais, sans compter la précision plus grande que la radioscopie donne à la constatation des déplacements du médiastin, elle a l'avantage de faire contrôler une méthode par une autre, un sens par un autre. Elle a surtout l'avantage précieux pour l'enseignement de pouvoir faire constater simultanément et d'un seul coup d'œil, par toute une assemblée, l'existence, l'étendue, la profondeur d'un épanchement dont chacun pourrait assurément se rendre compte, à l'aide de la percussion, mais seulement d'une façon fragmentaire et par une exploration personnelle.

Je crois inutile d'indiquer les applications qui se présentent à l'esprit et qui peuvent introduire la radioscopie dans l'étude d'autres épanchements ou même dans la recherche des changements de volume, de forme ou de densité, que la maladie peut produire dans les parties profondes. Nous sommes en droit d'espérer que l'exploration par les rayons de Röntgen ne rendra pas à la médecine de moindres services qu'à la chirurgie.

Sur la propriété de décharger les conducteurs électrisés, communiquée aux gaz par les rayons X, par les flammes et par les étincelles électriques. — Note de M. Émile Villari, présentée par M. Mascart. — Une communication récemment adressée à l'Académie par M. Ed. Branly (*Comptes rendus*, séance du 28 octobre dernier) contient cette phrase : « Dans une note insérée dans les *Comptes rendus* du 4 avril 1892, j'ai fait connaître quelques-uns des résultats énoncés par M. Villari dans sa communication du 19 octobre 1896 », et il transcrit un passage de sa Note, dans lequel les faits qu'il dit avoir observés avant moi sont marqués en caractères italiques. Je déclare, avant tout, que j'ignorais complètement l'ancienne Note de M. Branly. Quant à la réclamation de priorité, voici ce qu'il me paraît juste de faire observer :

Dans sa Note de 1892, M. Branly dit que :

Les gaz de la flamme, aspirés, *refroidis* et lancés sur les disques électrisés, déterminent une vive déperdition.

Dans ma Note, à laquelle se rapporte M. Branly, je dis :

On sait que les produits de combustion des flammes déchargent rapidement les conducteurs. Dans une Note récente, j'ai démontré que cette propriété diminue un peu quand ces produits sont refroidis par un réfrigérant, etc.

Évidemment cet effet du refroidissement, découvert par moi sur les produits de la combustion, n'est point indiqué par M. Branly. Il ajoute que les gaz chauds qui s'élèvent des étincelles d'une petite machine électrique ou d'un inducteur déterminent une déperdition de décharges positives, de même que de décharges négatives. Mes recherches, faites à cet égard, sont différentes par la manière d'expérimenter, par les résultats obtenus, beaucoup plus généraux, et par le but auquel elles tendaient : je reconnais néanmoins que le fait premier, de l'action des étincelles de communiquer à l'air la propriété de décharger, a été observé par M. Branly, avant moi. Je l'ai noté, non seulement dans l'air, mais aussi dans

l'hydrogène, dans l'oxygène, dans le gaz d'éclairage, et dans l'anhydride carbonique [1].

Enfin, M. Branly termine sa Note par ces mots :

On voit que les étincelles électriques ne jouent pas le rôle spécial que M. Villari paraît disposé à leur attribuer.

Je fais observer que, dans ma Note citée par M. Branly, je n'ai attribué aucun *rôle spécial* aux étincelles. J'ai seulement dit :

Les étincelles, lorsqu'elles traversent les gaz que j'ai employés, les rendent aptes à déperdre l'électricité, et *cette propriété ne peut être attribuée au réchauffement produit par les étincelles dans les gaz* : d'une part, elles ne l'échauffent que peu; d'autre part, la colonne gazeuse chauffée fortement au moyen d'une flamme, mais non activée par les étincelles, ne décharge pas l'électroscope.

Peut-être le premier paragraphe que je viens de citer et qui est imprimé en italiques, n'est-il pas très clair, parce qu'il est écrit dans une langue qui n'est point la mienne, et peut-être a-t-il pu induire M. Branly en erreur; mais le reste du paragraphe me semble, si je ne me trompe, assez clair, lorsqu'il dit que l'activité de décharger, communiquée aux gaz par les étincelles, ne peut être attribuée à la chaleur produite dans le gaz par les étincelles elles-mêmes.

Par ces mots, je n'ai certes pas voulu attribuer le phénomène à une propriété spécifique des étincelles, plutôt qu'à l'effet d'une température élevée. Toutefois, en faisant les plus amples réserves, je serais disposé à supposer, ainsi que j'en ai déjà fait mention dans ma seconde Note insérée dans le même numéro 16 des *Comptes rendus*, que les gaz acquièrent la propriété de décharger les conducteurs par une dissociation spéciale de leurs molécules, dissociation que les rayons X produiraient peut-être, par une propriété qui leur serait spécifique, les flammes et les corps incandescents par leur température élevée. Les étincelles agiraient, non pas parce qu'elles réchauffent les gaz, mais peut-être par l'effet du réchauffement des électrodes, plus probablement que par la température propre aux étincelles mêmes; mais cette interprétation a besoin d'être confirmée par l'expérience.

[1] Mon ami, le professeur Naccari, de Turin, peut-être averti de la communication de M. Branly, m'a envoyé une Note (*Action des étincelles électriques sur les conducteurs électrisés* [*Atti d. R. Acc. di S. de Turin*, 16 décembre 1888]), dans laquelle il démontre l'efficacité des étincelles induites dans la dispersion électrique. C'est donc à lui que revient la première observation du phénomène.

Analyse du cuivre industriel par voie électrolytique. — Note de M. A. Hollard, présentée par M. Arm. Gautier. — En raison du grand nombre d'analyses que j'ai faites, comme chef du laboratoire central de la Compagnie française des métaux, sur des cuivres industriels de toute provenance, je suis arrivé à établir une méthode d'analyses sûre et complète, permettant de doser avec exactitude, grâce aux procédés électrolytiques, la teneur en cuivre ainsi que les quantités les plus minimes des impuretés qui accompagnent ce métal, *cuivre, arsenic, antimoine, nickel, cobalt, fer, argent, plomb, soufre* [1].

Appareils d'électrolyse. — Nos électrodes se composent d'un tronc de cône en platine et d'une spirale du même métal fixée sur un pied (*Lukow*); elles pèsent chacune 20 gr environ. Le tronc de cône est formé d'une feuille de platine pur à bords réunis par une soudure autogène (*diamètre supérieur* 18 mm, *diamètre inférieur* 45 mm, *génératrice* 63 mm). Une tige en platine dur est soudée à l'or sur le tronc de cône. Les vases contenant les électrolytes sont des verres de Bohême cylindriques ordinaires de 65 mm environ de diamètre inférieur.

Pratique de l'analyse. — *Dosage du cuivre* (*électrolyse en solution acide*). — On pèse 10 gr de cuivre en copeaux brillants, débarrassés par l'aimant des parcelles de fer provenant de l'outil. Ces copeaux sont introduits dans un verre de Bohême de 350 à 400 cm³. On verse dans celui-ci 15 cm³ d'acide sulfurique, puis 40 cc d'acide nitrique à 36° B après avoir tout d'abord immergé les morceaux de cuivre dans une quantité d'eau suffisante pour que l'attaque soit très modérée [2]. Le vase est alors recouvert d'un entonnoir dont les bords reposent à l'intérieur de ceux du verre et forment ainsi une petite gouttière dans laquelle quelques gouttes d'eau font joint hydraulique parfait. On ne chauffe que très doucement et vers la fin de l'attaque seulement. La dissolution est complète pour un cuivre affiné; les cuivres non affinés laissent du soufre.

Quelques cuivres bruts, riches en antimoine, peuvent laisser un résidu formé de composés oxygénés d'antimoine. S'il est peu considérable, il ne nuit pas au dépôt électrolytique du cuivre et on le laisse dans la liqueur; s'il est abondant, on le sépare par le filtre, on le dissout dans de l'eau régale, riche en acide nitrique; la solution est évaporée à sec; le produit qui reste est repris par de l'acide chlorhydrique additionné d'acide tartrique et d'eau, et cette nouvelle solution est ajoutée à la liqueur obtenue ultérieurement et de laquelle on précipitera l'antimoine par l'hydrogène sulfuré.

Quant à la dissolution du cuivre, elle est étendue à 350 cm³ environ. On y plonge les électrodes de platine communiquant, la spirale avec le pôle + et le cône avec le pôle — d'une batterie. La distance qui sépare le bord inférieur du cône du pied de la spirale doit être de 6 mm environ [3].

Le cône doit plonger complètement dans la dissolution et son sommet se trouver à 1 cm ou 2 cm au-dessous du niveau du liquide. Le vase doit être couvert.

On soumet la dissolution à l'action d'un courant d'une intensité de 0,31 ampère.

Lorsque la solution est décolorée, on s'assure qu'elle ne contient plus de cuivre en prélevant avec une pipette quelques centimètres cubes, les introduisant dans un petit tube à essai et les saturant d'ammoniaque. Si le tube ne présente pas la moindre coloration bleue, l'électrolyse du cuivre est terminée

[1] On retrouvera dans cette première Note des données empruntées à MM. Riche, Hampe, Classen (voir *Analyse quantitative* de Frésénius, 6ᵉ édition, p. 1019-1022; *Méthode de Mansfeld. — Analyse électrolytique quantitative* de Classen, 2ᵉ édition, p. 175-178). Mais le but de cette première Note est de fixer les conditions pratiques du dosage électrolytique exact du cuivre industriel, bien plus que d'exposer une méthode nouvelle.

[2] Si l'on désire peser, au début de l'analyse, des quantités de cuivre différentes de 10 gr, on se basera sur le tableau suivant :

	Acide sulfurique concentré.	Acide nitrique à 36° B.
Pour 1 g de cuivre.	1 cm³	30 cm³.
3 —	6 —	33 —
5 —	10 —	35 —
20 —	20 —	60 —

[3] Si la quantité de cuivre pesée au début est inférieure à 10 gr, cette distance est légèrement diminuée. On l'augmente, au contraire, si la quantité de cuivre est supérieure à 10 gr, sans dépasser toutefois 10 mm.

ou près de l'être ([1]); on laisse passer le courant encore quelques heures.

L'électrolyse complète du cuivre, dans les conditions que nous venons d'indiquer, demande de deux à trois jours; elle fournit un dépôt très adhérent, à surface lisse, d'une belle couleur rosée.

Sans interrompre le courant, on retire rapidement le cône et la spirale de leur support; on retire le cône de l'eau distillée pour le plonger dans de l'alcool concentré, et on le porte mouillé d'alcoo dans une étuve où il est chauffé à 90° pendant dix minutes environ; enfin on le pèse.

Le poids trouvé, diminué de celui du cône, représente le poids du *cuivre* plus celui de l'*argent*. L'argent se dépose en effet *intégralement* avec le cuivre en solution nitro-sulfurique. On déduira donc du poids du cuivre le poids de l'argent déterminé ultérieurement. Si le cuivre à analyser contient du plomb, *une partie seulement* de celui-ci s'est déposé *sur la spirale* à l'état de bioxyde, le reste du plomb est resté dans la liqueur.

Dans une prochaine Note nous dirons comment on peut doser avec une grande exactitude les impuretés métalliques ou métalloïdiques du cuivre industriel.

Séance du 14 décembre 1896.

Les rayons de Röntgen appliqués au diagnostic de la tuberculose pulmonaire. — Note de M. Ch. Bouchard. — Dans une Note précédente ([2]), j'ai dit que l'épanchement pleurétique arrête en partie les rayons de Röntgen et marque par une teinte sombre, à l'examen radioscopique, le côté malade qui contraste ainsi avec la clarté brillante du côté sain.

En renouvelant l'étude des cas de pleurésie qui avaient fait l'objet de cette précédente Communication, j'ai vu la teinte claire du sommet du thorax augmenter d'étendue en même temps que l'épanchement se résorbait. Chez l'un des malades, cependant, l'opacité persistait au sommet, tandis qu'une plaque claire apparaissait vers le milieu du côté où manifestement l'épanchement diminuait. Enfin, la résorption de cet épanchement étant presque complète, le sommet restait toujours obscur. Ce fait, qui ne s'était pas observé dans les deux autres cas, me donna à penser qu'il y avait condensation du tissu pulmonaire au sommet du poumon du côté malade. La percussion et l'auscultation confirmèrent cette prévision et révélèrent l'existence d'une infiltration commençante que l'épanchement avait d'abord masquée. Cette tuberculose pulmonaire avait été révélée par l'examen radioscopique.

Chez tous les tuberculeux que j'ai examinés à l'aide de l'écran fluorescent, j'ai constaté l'ombre des lésions pulmonaires; son siège était en rapport avec les délimitations fournies par les autres méthodes de l'exploration physique; son intensité était en rapport avec la profondeur de la lésion. Dans deux cas, des taches claires, apparaissant sur le fond sombre, ont marqué la présence de cavernes vérifiées par l'auscultation. Mais, dans d'autres cas, où l'auscultation faisait reconnaître l'existence d'excavations, celles-ci n'ont pas été vues à l'examen radioscopique. Chez un malade, les signes généraux et la toux faisaient soupçonner un début de tuberculisation, mais l'examen de l'expectoration ne montrait pas de bacilles, et les signes physiques ne permettaient pas de porter un diagnostic certain. La radioscopie a montré que le sommet de l'un des poumons était moins perméable; et, quelques jours après, l'auscultation comme l'examen bactériologique ne laissaient pas le moindre doute.

Dans les maladies du thorax, la radioscopie donne des renseignements de tous points comparables à ceux de la percussion. L'air pulmonaire, qui se laisse traverser par les rayons de Röntgen, sert de caisse de renforcement aux bruits de la percussion. Quand l'air est chassé du poumon plus ou moins complètement par un liquide épanché ou par un tissu morbide infiltré, la clarté radioscopique du thorax diminue ou fait place à une obscurité plus ou moins complète et, en même temps, la sonorité normale s'atténue et peut être remplacée par la submatité ou par la matité absolue.

Sur la tension longitudinale des rayons cathodiques. — Note de M. Colard, présentée par M. Poincaré. (*Extrait.*) — *Hypothèses.* — 1° Le rayon est constitué par un transport de molécules chargées négativement; 2° le champ électrique est négligeable dans l'espace considéré. (Suit un calcul basé sur ces hypothèses, et dont voici les conséquences, exprimées en langage ordinaire :)

Un rayon cathodique se propageant dans un champ magnétique s'infléchit de façon à prendre la forme d'équilibre d'un conducteur parfaitement flexible, portant le même courant; ce conducteur serait le siège d'une tension longitudinale égale à la quantité de mouvement du rayon cathodique par unité de longueur.

D'ailleurs, comme cette quantité de mouvement est numériquement égale à la masse matérielle traversant la section du rayon pendant l'unité de temps, elle est constante sur toute la trajectoire, en vertu de la loi de continuité du courant moléculaire.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Séance du 13 novembre 1896.

Rapport fait par M. Violle, au nom du Comité des Arts économiques, sur les **Globes diffuseurs système Frédureau.** — M. de Coincy soumet à l'examen de la Société deux spécimens de globes construits suivant le système Frédureau.

([1]) Cette réaction n'est pas aussi sensible qu'on pourrait le croire. Ainsi, avec une solution soumise à l'électrolyse, occupant un volume de 350 cm^3 et contenant une quantité de cuivre inférieure à 0,17 gr on ne perçoit plus aucune coloration en prélevant avec la pipette 3,5 cm^3 du liquide et en le saturant d'ammoniaque. 0,017 gr de cuivre, restant dans l'électrolyte, constituent la quantité minima que l'on puisse révéler par l'essai à l'ammoniaque.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, 7 décembre 1896.

Ces globes, en cristal transparent, sont taillés, à leur surface extérieure, suivant un double système d'anneaux prismatiques, analogues aux anneaux dioptriques des phares et calculés de façon à rabattre la lumière au-dessous du foyer et à la diffuser régulièrement dans toute la portion utile de l'espace.

Les principes invoqués sont exacts et leur application intéressante. Les profils voulus peuvent être réalisés par la taille ou par le moulage sous pression : ce dernier procédé est vraiment pratique.

Un globe Frédureau, placé sur un foyer à arc, se montre supérieur aux globes dépolis ordinairement employés. Le rendement est plus grand et la distribution de la lumière meilleure.

De même, avec une lampe à incandescence, le filament lumineux paraît transformé en un large faisceau qui comporte, sans fatigue pour la vue, l'emploi d'un foyer plus intense et, par suite, plus économique.

Sans doute, les poussières, en se logeant dans le gaufrage délicat de ces globes, pourraient constituer un obstacle à leur emploi courant sur la voie publique; mais, dans bien des cas, ils auront l'avantage de permettre l'usage de l'arc électrique là, dans les appartements par exemple, où il est encore à peine utilisé.

Votre Comité des Arts économiques vous propose donc de remercier M. de Coincy de son important envoi et de lui témoigner tout l'intérêt que la Société prend à l'ingénieux système de globes imaginé par M. Frédureau

---

BIBLIOGRAPHIE

Éclairage. — Éclairage électrique (Encyclopédie des Aide-mémoire), par J. Lefèvre. — *Gauthier-Villars et fils et Masson* et Cie, Paris, 1896.

La collection Léauté nous présente ici le premier de deux volumes sur *L'Éclairage* confiés au même auteur, et dont le second aura pour sous-titre *Éclairage aux gaz, aux huiles, aux acides gras, etc.* Sans attendre le dernier, nous avons lu celui-ci qui nous intéresse plus particulièrement.

Il faut être endiablé (que M. Julien Lefèvre nous permette cette expression prise dans son sens le plus flatteur) pour oser entreprendre, dans des limites matérielles aussi restreintes, l'exposé d'une question aussi vaste; mais, si quelqu'un était bien désigné pour semblable besogne, c'était assurément le laborieux auteur, que nous regrettons de ne pas connaître, de tant de travaux justement estimés, possédant à fond son sujet, maniant facilement la plume, se relisant consciencieusement et assez jeune encore pour se plier peu à peu, avec la modestie qui caractérise le vrai mérite, aux exigences de plus en plus grandes du pur langage scientifique, plus simple d'ailleurs et plus intelligible que le pathos dans lequel s'attardent encore de trop nombreux écrivains.

Cet hommage une fois rendu, on peut toutefois se demander si ce petit tour de force répond exactement à l'esprit de la collection dont il fait partie. Qui dit *Aide-mémoire* ne dit pas *Traité didactique*; or la plupart des volumes de cette encyclopédie nous semblent, à tort ou à raison, bien plutôt mériter cette dernière qualification. Ce sont vraiment de petits traités sommaires, trop concis pour instruire efficacement ceux qui ne savent pas, trop élémentaires pour aider utilement et sur les points délicats la mémoire de ceux qui savent. A ce titre, atteignent-ils réellement leur but?... En tout cas il y a en eux un peu pour tout le monde, et, dans l'espèce, M. J. Lefèvre, évidemment conscient de l'insuffisance du cadre donné à son tableau, a pris soin d'indiquer, à la fin du volume, les sources auxquelles il a puisé; chacun y trouvera des éléments de recherches complémentaires de son degré d'instruction.

Quant à réunir, dans moins de 200 petites pages (194 exactement), quatorze chapitres tels que la Production des courants continus et alternatifs, les Propriétés des machines électriques, les Stations centrales, les Distributions directe et indirecte de l'énergie électrique, le Choix des machines et du système de distribution, les Canalisations, l'Éclairage et les lampes à incandescence, l'Éclairage par arc voltaïque avec les régulateurs et les bougies, pour finir par une Comparaison entre les différents modes d'éclairage, soit, en moyenne, 13 pages pour chacun d'eux, c'est, nous le répétons, un véritable tour de force, peut-être sujet à critique, du moins au point de vue pratique. Autant, en effet, nous comprenons que l'on donne des détails de construction des dynamos et des régulateurs, dont l'entretien exige la connaissance à fond, autant il nous semble inutile de s'étendre, quand on est aussi limité, sur la construction des lampes à incandescence auxquelles le praticien n'a pas à toucher; on perd ainsi de la place au détriment d'autres points forcément un peu sacrifiés.

Quant aux petites incorrections que nous avons pu relever, nous signalerons à l'auteur l'abus du mot « voltage », la définition de l'entrefer comme espace séparant de *l'induit* (au lieu du *fer de l'induit*) les pièces polaires, l'emploi industriel *constant* des transformateurs pour abaisser la tension, l'*accumulation* de l'hydrogène sur l'électrode négative des accumulateurs, le rendement de 90 pour 100 environ attribué à ces appareils, etc. Il sera d'ailleurs sans doute d'accord avec nous pour dire des *induits en* anneau, *en* tambour, *en* disque, en réservant la préposition *à* pour les machines *à* anneau, *à* tambour, *à* disque. Nous ne parlerons que pour mémoire de lapsus tels que « dérivations » pour « excitations », « période » pour « phase », « phasé » pour « polyphasé », « lois d'Ohm » pour « loi d'Ohm », « tours par heure » pour « tours par minute »; mais nous appelons l'attention de l'auteur sur les figures 24 et 28, qui ne nous semblent pas répondre au texte, et sur *les deux* fac-

teurs de l'énergie électrique; nous en connaissons trois.

Cela dit, nous fermons le livre en le mettant au rang de ceux qui nous ont laissé une bonne impression.

E. B.

BREVETS D'INVENTION

Communiqués par l'Office Émile Barrault, *fondé en* 1856, 58bis, *Chaussée-d'Antin, Paris.*

257535. — **Pieper.** — *Procédé de démarrage et de variation de vitesse des moteurs polyphasés asynchrones* (18 juin 1896).

257558. — **Besse Guérin** et **Marqués.** — *Moteur électro-magnétique à courant continu* (20 juin 1896).

257478. — **Cantono.** — *Nouvelle forme d'inducteur dans les dynamos et moteurs électriques* (22 juin 1896).

257449. — **Blackmore.** — *Nouvelle résistance à charbon réglable et non inductive* (22 juin 1896).

257505. — **Oppenheimer.** — *Système de distribution électrique* (23 juin 1896).

257553. — **Pacoret.** — *Commutateur de démarrage à rupture brusque pour la conduite des moteurs électriques* (24 juin 1896).

257534. — **D'Arsonval.** — *Appareil pour la production des courants électriques de haute fréquence* (24 juin 1896).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Société d'Éclairage Électrique de Marennes. — Les abonnés de la ville ont reçu la circulaire suivante :

« Monsieur,

« Nous avons l'honneur de vous informer que par acte au rapport de Mᵉ Babinot, notaire à Marennes, en date du 25 octobre courant, M. Gerboz a abandonné à ses créanciers l'usine électrique de Marennes et ses accessoires, notamment les créances qu'il possédait sur les abonnés.

« Le même jour, une Société anonyme a été constituée entre les créanciers pour l'exploitation de ladite Usine.

« En conséquence, à partir de l'acte de constitution de la Société, les paiements des abonnements doivent être effectués entre les mains de ses représentants et toutes réclamations devront être adressées au siège social.

« Comme par le passé, un agent de la Société se présentera au domicile des abonnés pour encaisser les quittances d'abonnements, lesquelles seront signées de deux administrateurs. »

Les administrateurs de la nouvelle Société sont : MM. Généraud, Philippe fils, Lamarque et Jeandeau.

Nous croyons savoir qu'il sera émis pour 10 000 fr d'obligations, 5 pour 100, d'une valeur nominale de 250 fr.

Gosse et Vaudrey. — M. Émile Gosse, constructeur, 189, rue Lafayette, et M. Paul Vaudrey, ingénieur, 105, Faubourg Saint-Denis, ont formé entre eux une Société en nom collectif pour l'exploitation d'un fonds de commerce de fournitures pour l'électricité et principalement d'un appareil dénommé la *Sentinelle* inventé par M. Gosse et breveté en France sous le numéro 234 487 en date du 2 décembre 1895.

La raison et la signature sociale sont : *Gosse et Vaudrey.* La signature appartiendra aux deux associés.

La Société expirera le 2 décembre 1908.

Le siège social est à Paris, 189, rue Lafayette.

Le capital social est de 9500 fr.

Société générale d'énergie électrique du Rhône. — Cette Société dont le siège est à Lyon, 145, avenue de Saxe, résulte de la fusion des Sociétés *Millet et Cie* et *L. Bresson et Cie*.

La Société exploite les stations du passage de l'Argue, en trois îlots, dans le quartier Grolée.

L. Barrière et Ce. — Cette Société en commandite par actions a pour fondateur M. L. Barrière, constructeur-mécanicien, demeurant à Paris, 22, rue Saint-Sabin. Elle a pour objet :

La construction des lampes électriques, leur installation, la construction et le montage des appareils d'éclairage et particulièrement de l'éclairage électrique.

La fabrication et la vente de pièces mécaniques de précision et particulièrement celles des vis cylindriques, le décolletage et l'étirage au banc, la fabrication des pièces de tour, boulons, découpages, pièces détachées pour les armes, la marine, la guerre, la télégraphie, les téléphones, les chemins de fer, la vélocipédie et, en général, toute la petite et la grosse mécanique.

La raison sociale est : *Anciens établissements Barrière.*

M. Barrière, seul gérant responsable, a seul la signature sociale et pour les besoins de la Société seulement.

M. Barrière apporte à la Société :

1° Le droit au bail et à la promesse de vente de l'usine située à Paris, rue Saint-Sabin, n° 22;

2° La clientèle attachée à son établissement et aussi ses relations commerciales et industrielles, ses études techniques et connaissances spéciales en ce genre d'industrie;

3° Le mobilier des bureaux des dits lieux, ensemble tous plans, dessins et papiers de commerce dudit établissement;

4° Le droit exclusif d'exploiter toutes ses inventions brevetées en mécanique, ses procédés spéciaux de fabrication brevetés ou non, et de profiter de toutes licences de ses brevets et marques commerciales;

5° Les commandes reçues et marchés à exécuter, même ceux en cours d'exécution pour les parties restant à exécuter; commandes et marchés dont les originaux seront versés et remis à la Société avec tous brevets et marques commerciales;

6° Les droits résultant, au profit de M. Barrière, des conventions verbales arrêtées entre lui et la Compagnie Électrique du Secteur de la Rive Gauche de Paris, à la date du 30 avril 1895, avec ses charges et ses avantages;

7° Le matériel industriel, l'outillage et tous leurs accessoires, sans aucune exception ni réserve, dépendant de son établissement industriel de construction d'appareils de mécanique de précision sis à Paris, rue Saint-Sabin, 22, dans les lieux sus-désignés.

La Société sera tenue d'acquérir les marchandises fabriquées ou non et en cours de fabrication, se trouvant dans les magasins de l'usine sus-énoncée ou de leurs dépendances, ainsi que celles se trouvant au dépôt de Bordeaux.

Ces marchandises seront achetées au cours, suivant état détaillé qui sera dressé par M. Barrière et remis aux commissaires aux apports.

Le capital social est fixé à 1 600 000 fr divisé en 3200 actions de 500 fr chacune dont :

1500 à souscrire en espèces; 900 entièrement libérées seront remises à M. Barrière en représentation de ses apports n°s 1 à 6 inclus, et 800 entièrement libérées seront remises à M. Barrière en représentation de l'apport n° 7.

Les bénéfices nets seront répartis comme suit :

5 pour 100 à la réserve légale; sur le solde il a remis 10 pour 100 à la gérance, 10 pour 100 au Conseil de surveillance, 80 pour 100 aux actionnaires.

Le Conseil de surveillance comprend : MM. Paul Henri Guérin, ingénieur, 4, rue Sedaine, à Paris; Ernest Normandin, ingénieur, 9, rue Soufflot; Émile Vauzelle, ingénieur, 4, rue Anthony.

Société d'Électricité de Saïgon. — Cette Société en formation a son siège dans les bureaux de M. Vezin, 44, rue Lafayette à Paris.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société l'Éclairage électrique. — Pendant le cours du dernier exercice clos au 30 juin, la situation s'est très notablement améliorée. La Société a vu le chiffre des commandes s'accroître d'une façon régulière et les bénéfices d'exploitation suivre une progression encourageante.

Les bénéfices bruts d'exploitation, d'ensemble 386 829,15 fr. sont en augmentation de 133 015,73 fr sur le chiffre correspondant à l'exercice 1894-1895 : voici du reste le détail de cette variation :

Produit du Châtelet	+ 1 149,31 fr.
— de la fabrication	+ 116 653,11
— des installations	+ 15 222,31
Total	133 015,73 fr.

Les frais généraux et dépenses de toute nature ont été naturellement plus élevés en 1895-1896 que l'année précédente, mais leur variation n'est pas en rapport avec l'accroissement du chiffre d'affaires.

L'ensemble des dépenses en 1894-1895 fut de	225 687,57 fr.
Il a été en 1895-1896 de	252 749,90
Différence en plus	27 062,33 fr.

Si l'on défalque cette somme de l'excès des produits bruts, on trouve finalement que le dernier exercice a procuré, comparativement au précédent, un excédent net de recettes de 105 953,40 fr.

Nous donnons ci-dessous les bilans des deux derniers exercices pour faciliter les comparaisons.

ACTIF

	1894-1895.	1895-1896.
Fonds de commerce	2 000 000,00	2 000 000,00
Portefeuille	201 425,80	226 425,80
Immeubles rue de Crimée	150 000,00	150 000,00
— rue Lecourbe	300 000,00	300 000,00
Agrandissements de l'usine	17 265,29	»
Mobilier	10 891,35	10 921,45
Outillage et agencement	210 573,00	236 258,10
Marchandises générales : Travaux en cours à l'atelier et bougies, en 1894-1895 131 118,75; en 1895-1896 142 796,33; En magasin, en 1894-1895 141 952,90; en 1895-1896 162 244,50; En dépôt, en 1894-1855 27 367,00; en 1895-1896 7 584,60; Affaires en cours au service commercial; en 1894-1895 31 210,00; en 1895-1896 161 693,13	331 648,65	474 318,57
Station du Châtelet	400 000,00	400 000,00
Station de l'Olympia	95 741,65	69 018,65
Station des Panoramas	22 467,34	17 887,34
En caisse et chez les banquiers	38 306,63	17 781,60
Effets à recevoir	53 858,30	47 195,40
Cautionnements	330,00	413,10
Débiteurs divers	224 196,79	270 707,27
Créances litigieuses	53 423,55	25 012,00
Station électrique de Semur	»	25 984,12
Total	2 292 128,95	2 469 923,40

PASSIF

	1894-1895.	1895-1896.
Capital	1 650 000,00	1 650 000,00
Réserve statutaire	46 897,72	48 460,78
Réserve extraordinaire et fonds de prévision	341 624,83	425 930,18
Intérêts et dividendes, coupon n° 4	5 690,86	»
— — n° 5	5 787,25	4 811,85
— — n° 6	7 003,80	5 809,35
— — n° 7	»	5 613,70
Loyer d'avance	2 500,00	2 500,00
Créditeurs divers	136 148,20	271 887,57
Profits et pertes	46 476,29	54 910,37
Total	2 292,128,95	2 469 923,40

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Recettes.

	1894-1895.	1895-1896.
Reliquat de l'exercice précédent	5 215,08	1 913,23
Intérêts des banquiers, coupons, matériel Olympia, divers	18 435,95	25 529,28
Solde de coupons périmés	6 890,81	5 676,91
Produit du Châtelet	53 790,59	54 930,90
Produit de la vente des bougies et de fabrication pour ventes directes	163 669,39	280 322,54
Produit des installations	36 353,44	51 575,75
Total	284 353,26	419 949,62

Dépenses.

	1894-1895.	1895-1896.
Allocation au Conseil d'administration	10 000,00	10 000,00
Honoraires du Commissaire des comptes	1 000,00	1 000,00
Appointements du personnel de l'administration générale et de comptabilité. Dépenses diverses de ce service	18 681,95	16 879,85
Appointements du personnel du service commercial. Dépenses diverses de ce service	54 698,65	59 158,75
Appointements du personnel de l'Usine. Dépenses diverses de ce service	121 934,53	148 151,63
Assurances	2 110,20	3 130,15
Brevets, publicité	11 056,06	7 072,47
Impôts divers et droits de timbre	6 206.18	7 337,05
Dépréciation du matériel et de l'outillage	11 082,75	10 559,90
Solde de créances irrecouvrables	»	1 749,45
Dépréciation du mobilier	1 108,60	»
Réserve extraordinaire et fonds de prévoyance	»	100 000,00
Solde	46 476,89	54 910,37
Total	284 353,26	419 949,62

On constate tout d'abord une augmentation de 25 000 fr du *Portefeuille* de valeurs, remploi de sommes disponibles, une augmentation de 25 000 de l'*Outillage* et un de 145 000 fr des *Marchandises générales*, conséquence de l'augmentation des travaux en cours et du matériel en magasin.

Les *Immeubles* et la station du *Châtelet* sont sans variation; par contre les stations de l'Olympia et des Panoramas sont en diminution.

Nous trouvons cette année un nouveau compte *Station de Semur* pour 25 984,12 fr.

L'actif de la Société peut être figuré comme suit :

Immobilisations	1 297 179,55 fr.
Disponibilités actuelles	216 409,80
— futures	956 341,05
Total	2 469 923,40 fr.

Au passif, après avoir constaté l'augmentation des *Réserves*

de 88 000 fr et celle des créditeurs de 157 000 fr, nous grouperons les différents chapitres de ce compte ainsi :

Capital et réserves	2 124 390,96 fr.
Engagements envers les tiers	290 622,07
Balance	54 910,37
Total	2 469 923,40 fr.

Ce résultat est dû à un accroissement du chiffre d'affaires d'environ 50 pour 100, notamment sur les fournitures de matériel, branche principale de l'activité de la Société. Le matériel Labour a donné lieu à un bon courant d'affaires. Les machines à courant continu ont été choisies pour des installations de transport d'énergie. Les transformateurs ont été l'objet de demandes si nombreuses que la Société a dû édifier un atelier spécial à leur fabrication.

Les machines à courants alternatifs monophasés et polyphasés ont donné lieu à de nombreuses commandes. La Société a étudié les plus petits types de 1 à 10 chevaux : un moteur de 5 chevaux monophasé, synchrone a donné un rendement de 85 pour 100.

Cette année la Société a monté les stations centrales de Saint-Sébastien, Lourdes, Amparo, à 5000 volts, et elle a livré un groupe de 500 chevaux avec transformateur de même puissance pour Chambéry. Elle détient, croyons-nous, le record en France des hauts voltages par un transformateur de 25 000 volts et un autre de 40 000 volts, le premier installé dans les ateliers de la Société des Téléphones et le second dans le Laboratoire de M. d'Arsonval.

Nous croyons savoir que la Société cherche à se créer une place dans la Traction électrique et qu'elle dirige spécialement ses recherches de ce côté.

INFORMATIONS

La Compagnie des Omnibus de Paris et la Traction mécanique. — Au mois de juin dernier, le président au Conseil d'administration eut avec la commission compétente déléguée par le Conseil municipal une entrevue au cours de laquelle il exposa les projets de la Compagnie relativement à l'emploi de la traction mécanique. Ces projets, résumés dans leurs grandes lignes, se ramenaient à transformer en lignes de tramways les lignes d'omnibus et à substituer la traction mécanique à la traction animale. Simultanément, le président du conseil de la Compagnie des Omnibus demanda qu'indépendamment de toute question de prorogation du monopole actuel, on définit nettement les conditions dans lesquelles la Ville pourra, en 1910, entrer en possession du matériel et de l'exploitation. — Il demanda aussi pour la Compagnie le droit d'exploiter toutes les lignes de transport en commun contrairement aux idées du Conseil actuel qui concède des lignes de tramways électriques.

La Compagnie des Omnibus s'était déclarée prête à transformer son matériel, et pour faire face aux dépenses de ce chef, à émettre des obligations. Le délai jusqu'en 1910 étant trop faible pour permettre d'amortir ce capital obligations, la Compagnie demandait soit une prorogation du monopole au delà de 1910, soit une subvention qui lui permît de faire face à ses nouveaux engagements.

La Commission municipale ayant repoussé cette proposition, la Compagnie proposa à la Ville de transformer son matériel dans les conditions que nous avons indiquées et sans prolongation du monopole ni subvention, la Ville s'engageant simplement à rembourser les obligations nouvelles encore en circulation en 1910.

Cette proposition échoua comme la première, et la Commission vient de déclarer qu'elle allait adjuger la création de lignes nouvelles par voie de concession à des Sociétés concurrentes.

Il nous semble que la Compagnie des Omnibus, dont le monopole expire dans 15 ans, a bien droit à une compensation des frais énormes qu'elle aura à subir pour procurer au public un mode de locomotion plus agréable.

— Le mauvais temps que nous subissons depuis plusieurs mois a influencé les recettes des Compagnies de tramways : les tramways électriques de Clermont ont des recettes en diminution de 9000 fr sur celles de la période correspondante de 1895; néanmoins le conseil d'administration de la Compagnie a pu voter la distribution d'un acompte de dividende de 10 fr pour l'exercice 1896.

A Dijon, les recettes des tramways sont aussi en réduction.

A Lyon, les tramways, qui présentaient au 30 juin un excédent de recettes de 75 312,80 fr comparativement au 30 juin 1895, n'avaient plus au 6 octobre qu'une avance de 42 858,55 fr.

Tramways électriques d'Angers. — Dans sa dernière séance, le Conseil d'administration a voté la mise en paiement d'un acompte de 12 fr 50, contre remise du coupon n° 1, pour l'exercice 1896.

Compagnie des Tramways électriques de l'Ouest. — Cette Société, créée au capital de 5 750 000 fr, et dont le siège social est à Lyon, 4, rue Grolée, a augmenté son capital de 3 000 000 fr et s'occupe des tramways de Rennes et du Mans.

Société française d'Électrométallurgie. — Le 4 janvier, les actionnaires se réuniront à titre extraordinaire pour délibérer sur un projet d'augmentation du capital.

Compagnie générale française d'Électricité et de Force. Les actionnaires sont convoqués en Assemblée générale annuelle pour le 31 décembre au siège social, 41, rue Beaubourg.

Compagnie Électro-mécanique. — Les actionnaires, sont informés qu'en vertu de l'article 8 des statuts, le conseil de la Compagnie a décidé, dans sa séance du vendredi 13 novembre, d'appeler le dernier quart sur les actions nouvelles de 500 fr souscrites et libérées de trois quarts, dans les premiers jours de décembre 1896.

MM. Claude Lafontaine, Martinet et Cie, banquiers à Paris, 32, rue de Trévise, recevront le montant des versements à effectuer.

Compagnie générale de Traction et d'Électricité. — Les actionnaires étaient convoqués le 2 décembre pour : statuer sur toutes propositions de transmission par voie d'apport, à une Société nouvelle, de l'actif de la Société actuelle devant entraîner sa dissolution et sa liquidation; nomination à cet effet d'un ou de plusieurs liquidateurs; détermination de leurs pouvoirs.

Compagnie Thomson-Houston. — Nous croyons savoir que la Compagnie a obtenu l'autorisation d'ériger une ligne de tramways *avec trolley, dans Paris.*

Si cette nouvelle est exacte, la Compagnie trouvera ici un champ étendu pour l'application de ses procédés et nous la félicitons de l'énergie qu'elle a dû développer pour obtenir de nos édiles une telle autorisation.

Accumulateur Fulmen. — Les actionnaires se réuniront en assemblée générale ordinaire, le 29 de ce mois, au siège, 39, rue de l'Arcade.

Compagnie française des Piles universelles. — L'assemblée extraordinaire, convoquée pour le 9 de ce mois, a été remise au 20; cette dernière a pu valablement délibérer.

TABLE DES MATIÈRES

DU

TOME CINQUIÈME

1896

Accumulateurs.

Applications mécaniques de l'électricité.

Appareillage.

Appareils de mesure.

Bibliographie.

Biographie.

Brevets d'invention.

Canalisations.

Chemins de fer électriques.

Chronique de l'électricité.

PARIS

Conducteurs et câbles.

Correspondance.

Cours. — Concours. — Conférences. — Congrès. — Prix décernés.

Diélectriques.

Distribution.

Divers.

Documents officiels.

Lois et règlements, circulaires :

Distinctions honorifiques :

Instruction publique :

Dynamos.

Courants continus :

Courants alternatifs :

Éclairage électrique.

Électrobiologie.

Électrochimie.

Électrolyse.

Électrothermie.

Carbure de calcium et acétylène :

Expositions.

Gaz.

Isolants. — Isolateurs.

Jurisprudence.

Lampes à arc.

Lampes à incandescence.

Locomotion.

Traction électrique :

Magnétisme.

Méthodes de mesure.

Moteurs électriques.

Moteurs thermiques.

Oscillations.

Parafoudres.

Photométrie.

Piles.

Questions théoriques.

Rayons X.

Résistances.

Sociétés savantes et industrielles françaises.

ACADÉMIE DES SCIENCES

togénique découverte par Röntgen, par MM. Gossart et Chevallier. 99.

Séance du 17 février 1896 : Préparation et propriétés du carbure de cérium, par M. Henri Moissan. — Sur le carbure de lithium, par M. Henri Moissan. — Sur l'abaissement des potentiels explosifs statiques et dynamiques par les radiations X, par M. R. Swyngedauw. — Phénomènes électriques produits par les rayons de Röntgen, par M. A. Righi. — Action des rayons de M. Röntgen sur les charges électrostatiques et la distance explosive, par MM. J.-J. Borgman et A.-L. Gerchun. — Nouvelles recherches sur les rayons X, par MM. Benoist et D. Hurmuzescu. — Recherches photographiques sur les rayons de Röntgen, par MM. Auguste et Louis Lumière. — Expérience montrant que les rayons X émanent de l'anode. — Photographies obtenues avec les rayons de Röntgen, par MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans. 100.

Séance du 24 février 1896 : Sur les radiations émises par phosphorescence, par M. Henri Becquerel. — Sur le carbure de manganèse, par M. Henri Moissan. — Étude des dorures de nickel et de cobalt, par M. Henri Moissan. — Sur la production des silhouettes de M. Röntgen, par Ch.-V. Zenger. — Sur l'action des rayons X sur le diamant, par MM. Abel Buguet et Albert Gascard. — Sur la cause de l'invisibilité des rayons de Röntgen, par MM. Dariex et de Rochas. — Sur les rayons de Röntgen, par M. Georges Meslin. — Sur quelques propriétés des rayons X de M. Röntgen, par M. H. Dufour. — Sur l'émission des rayons de Röntgen, par un tube contenant une matière fluorescente, par M. Piltchikoff. 103.

Séance du 2 mars 1896 : Observations au sujet de la photographie à travers les corps opaques, par M. A. d'Arsonval. — Sur les radiations invisibles émises par les corps phosphorescents, par M. Henri Becquerel. — Réponse aux observations de M. H. Poincaré sur la théorie des rayons cathodiques, par M. G. Jaumann. — Observations au sujet de la Communication précédente, par M. H. Poincaré. — Présentation d'épreuves obtenues par la méthode de M. Röntgen, par M. Londe. — La lumière noire, réponse à quelques critiques, par M. Gustave Le Bon. — Diffusion des rayons de Röntgen, par MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans. — Sur la représentation photographique du relief d'une médaille obtenue au moyen des rayons de Röntgen, par M. J. Carpentier. — Sur le passage des rayons de Röntgen à travers les liquides, par MM. Bleunard et Labesse. — Découverte et extraction, grâce à une photographie de Röntgen, d'une aiguille implantée dans la main, par M. Pierre Delbet. — Applications de la méthode de M. Röntgen, par MM. Ch. Girard et F. Bordas. 106.

Séance du 9 mars 1896 : Rôle des différentes formes de l'énergie dans la photographie au travers des corps opaques, par M. R. Colson. — Effets électriques des rayons de Röntgen, par M. A. Righi. — Sur quelques faits se rapportant aux rayons de Röntgen, par MM. A. Battelli et A. Garbasso. — Sur quelques échantillons de verre soumis à l'action des rayons X, par M. V. Chabaud. — Sur les rayons de Röntgen par MM. Ch Girard et F. Bordas. — Sur la technique de la photographie par les rayons X, par MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans. — Sur les centres d'émission des rayons X, par MM. Galitzine et de Karnojitzky. — Sur la direction des rayons X, par M. Abel Buguet. — Influence de la franklinisation sur la menstruation, par M. E. Doumer. 127.

Séance du 16 mars 1896 : Sur un nouveau carbure de zirconium, par MM. Moissan et Lengfeld. 150.

Séance du 23 mars 1896 : Sur les radiations invisibles émises par les sels d'uranium, par M. H. Becquerel. — Sur un moyen de communiquer aux rayons de Röntgen la propriété d'être déviés par l'aimant, par M. A. Lafay. — Sur l'action mécanique émanant des tubes de Crookes, par J.-R. Rydberg. — Origine des rayons de Röntgen, par M. J. Perrin. — Recherches concernant les propriétés des rayons X, par MM. B. Galitzine et A. de Karnojitsky. — Sur la réduction de temps de pose dans les photographies de Röntgen, par M. G. Meslin. — Procédé permettant d'abréger le temps de pose pour la photographie aux rayons X, par M. Basilewski. — Réduction du temps de pose dans la photographie par les rayons X, par MM. A. Imbert et Bertin-Sans. — Sur les rayons X, par M. Piltschikoff. — Sur le pouvoir de résistance, au passage des rayons Röntgen, de quelques liquides et de quelques substances solides, par MM. Bleunard et Labesse. — Action des rayons X sur les pierres précieuses, par MM. Abel Buguet et Albert Gascard. — Trois cas d'application chirurgicale des photographies de Röntgen, par M. Pierre Delbet. — Les rayons de Röntgen dans l'œil, par le Dr Vuillomenet. 152.

Séance du 30 mars 1896 : Sur les propriétés différentes des radiations invisibles émises par les sels d'uranium, et du rayonnement de la paroi anticathodique d'un tube de Crookes, par M. H. Becquerel. — Sur la pénétration des gaz dans les parois de verre des tubes de Crookes, par M. Gouy. — Sur l'emploi de champs magnétiques non uniformes dans la photographie par les rayons X, par M. G. Meslin. — Du temps de pose dans les photographies par les rayons X, par M. James Chapuis. 156.

Séance du 30 mars 1896 : Action des rayons X sur les corps électriques, par D. Benoist et D. Hurmuzescu. — Sur la réfraction des rayons Röntgen, par F. Beaulard. — Sur la diffraction et la polarisation des rayons de M. Röntgen, par G. Sagnac. — Photographies stéréoscopiques obtenues avec les rayons X, par MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans. — Détermination à l'aide des rayons X de la profondeur où siège un corps étranger dans les tissus, par MM. Abel Buguet et Albert Gascard. — Expériences relatives à l'action des rayons X sur un phycomyces, par L. Errera. — Sur les rayons Röntgen, par M. Charles Henry. 180.

Séance du 7 avril 1896 : Observations sur les rayons X, par Sylvanus P. Thompson. — Sur les rayons de Röntgen électrisés, par A. Lafay. — Une condition de maximum de puissance des tubes de Crookes, par MM. J. Chappuis et E. Nugues. 183.

Séance du 13 avril 1896 : Sur les produits de combustion d'un bec à acétylène. Mélanges explosifs d'acétylène et d'air, par M. Gréhant. — Vérification de la loi de Kerr. Mesures absolues, par J. Lemoine. — Sur les rayons de Röntgen électrisés, par M. A. Lafay. — L'action des rayons de Röntgen sur les couches électriques doubles et triples, par M. Piltschikoff. — Sur l'action mécanique émanant des tubes de Crookes, par MM. A. Fontana et A. Umani. — Application de la photographie par les rayons Röntgen aux recherches analytiques des matières végétales, par F. Ranwez. 185.

Séance du 20 avril 1896 : Sur la diffraction des rayons de Röntgen, par MM. L. Calmette et G. T. Lhuillier. — Observations sur une communication de MM. Benoist et Hurmuzescu, par M. A. Righi. — Photographie à l'intérieur du tube de Crookes, par G. de Metz. — Observations au sujet de la Communication de M. de Metz, par M. Poincaré. — Sur la compensation des forces directrices et la sensibilité du galvanomètre à cadre mobile, par M. Abraham. — Influence des courants induits sur l'orientation des bactéries vivantes, par M. L. Lortet. 203.

Séance du 27 avril 1896 : Mode d'action des rayons X sur la plaque photographique, par M. R. Colson. — Sur l'hétérogénéité des radiations émises par les tubes de Crookes et sur leur transformation par les écrans, par M. F. P. Le Roux. — Action des rayons X sur les corps électrisés, par MM. L. Benoist et D. Hurmuzescu. — Sur les rayons de Röntgen électrisés, par M. A. Lafay. 204.

Séance du 4 mai 1896 : Déviation électrostatique des rayons cathodiques. Réponse à M. Poincaré, par M. G. Jaumann. — Appareils de mesure pour les courants de haute fréquence, par MM. G. Gaiffe et E. Meylan. — Réponse aux observations de M. Auguste Righi, par MM. L. Benoist et D. Hurmuzescu. — Sur la relation entre le maximum de production de rayons X, le degré du vide et la forme des tubes, par MM. Victor Chabaud et D. Hurmuzescu. — Radiographies. Applications à la physiologie du mouvement, par MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans. 232.

Séance 11 mai 1896 : Sur le rôle du noyau de fer de l'induit dans les machines dynamo-électriques, par M. Marcel Deprez. — Sur l'abaissement des potentiels explosifs dynamiques par la lumière ultra-violette et l'interprétation de certaines expériences de M. Jaumann, par M. R. Swyngedauw. — Projet de multiplicateur des courants électriques, par M. Poisson. 235.

Séance du 18 mai 1896 : Sur le rôle du noyau de fer dans les machines dynamo-électriques. Remarques sur la note de M. Marcel Deprez, par M. A. Potier. — Émission de radiations nouvelles par l'uranium métallique, par M. H. Becquerel. — Préparation et propriétés de l'uranium, par M. H. Moissan. — Sur quelques propriétés des rayons X traversant des milieux pondérables, par M. C. Maltézos. — Observation à la réponse de MM. Benoist et Hurmuzescu, par M. A. Righi. — Observations sur les rayons X, par M. T. Argyropoulos. — Sur un générateur tubulaire sur saturateur à ozone, par M. G. Séguy. — Sur un nouvel électrolyseur, par M. D. Tommasi. — Méthode pour définir la position de la surface d'émission des rayons X (*Extrait*), par M. Stcherbakof. 241.

Séance du 26 mai 1896 : Sur le rôle du noyau de fer dans les machines dynamo-électriques, par M. Marcel Deprez. — De la torsion magnétique des fils de fer doux, par M. G. Moreau. — Sur la détermination de la déviation des rayons de Röntgen par un

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

SOCIÉTÉ TECHNIQUE DE L'ACÉTYLÈNE

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Sociétés savantes étrangères.

BRITISH ASSOCIATION

Stations centrales.

Syndicat professionnel des industries électriques.

Chambre syndicale.

Télégraphie.

Téléphonie.

Tramways électriques.

Transformateurs.

Transmission de l'énergie.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

31484. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Supplément au n° 98 de l'*Industrie électrique* du 25 Janvier 1896

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

STATISTIQUE

DES

STATIONS CENTRALES

DE

DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Établies en France au 1er Janvier 1896

SIXIÈME ÉDITION

PARIS

A. LAHURE, IMPRIMEUR-ÉDITEUR

9, RUE DE FLEURUS, 9

STATIONS CENTRALES DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ÉTABLIES EN FRANCE AU 1er JANVIER 1896.

DÉPARTEMENTS ET VILLES.	CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS.	ANNÉES.	NATURE DE L'ÉCLAIRAGE.	MOTEURS.	PUISSANCE EN CHEVAUX.	SYSTÈME DES DYNAMOS.	NATURE DE LA CANALISATION.	NATURE DES COURANTS.	DISTRIBUTION.	PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³.	OBSERVATIONS.
Ain.											
Bellegarde-s.-Valserine	*Dumont et Cie*	Févr. 1884.	Public et part.	Turbines.	120	Thury	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	36 fr carcel-année.
Lagnieu	*Cie anonyme locale*	Mai 1885.	Public et part.	Vap. Corliss.	35	Edison	A.	Cont. 120 v.	En dérivation.	Néant.	2-2,5-4 fr l.-mois 5-8-16 b.
Culoz	*Dumont et Cie*	Avril 1888.	Public et part.	Turbines.	2 de 60	Bovy, 100 A	A.	Cont. 130 v.	En dérivation.	Néant.	50-80 fr l.-an 10-16 b.
Tenay	*Dumont et Cie*	Juin 1888.	Public et part.	Turbines.	2 de 60	Bovy, 29 kw	A.	Cont. 130 v.	En dérivation.	Néant.	36 fr carcel-année.
Nantua	*Guitton et Bertolus*	Juill. 1889.	Public et part.	Hydr. et vap.	40 et 20	Gramme sup.	A.	Cont. 120 v.	3 fils.	Néant.	37,5 fr carcel-année.
Pont-de-Vaux	*Société anonyme locale.*	Févr. 1889.	Public et part.	Vapeur.	2 de 40	Bovy, 25 kw	A.	Cont. 130 v.	3 fils.	Néant.	Publ. 60 fr l.-an 16 b. Part. Forfait.
Bourg	»	Sept. 1889.	Particuliers.	Vapeur.	230	Bovy.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	32	36 fr carcel-année.
Oyonnax	*Cie Lyonnaise d'électricité.*	Mars 1890.	Distr. de force motrice.	Turbines.	300	Thury, 2 séries dyn.	A.	Cont. 2000 v.	Réc. 1800/120 v.	Néant.	60 fr l.-an 16 b. Concess. 60 ans.
Seyssel	*Rothonod*	Nov. 1890.	Public et part.	Roue hydraul.	12	Breguet, compound.	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	
Gex	*G. Olivet*	1889.	Public et part.	Turbines.	70	»	»	»	»	Néant.	
Dortan	*H. Joly*	»	Public et part.	Hydraulique.	30	Alioth, 420 kw.	A	Continus.	»	»	3-4 fr l.-mois 10-16 b.
Chézery	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Aisne.											
Braisne	*Waré*	»	Public et part.	Vap. et hydr.	»	Henrion, compound.	A.	Continus.	»	»	Compteur et forfait.
Chateau-Thierry	*F. Henrion*	En constr.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Allier.											
Montluçon	*Société anonyme locale.*	Oct. 1888.	Particuliers.	Vapeur.	50	Edison.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	30	5,25 fr l.-mois 16 b.
Chantelle	*Laurent père et fils*	Juill. 1889.	Public et part.	Vap.-Belfort.	20	Belfort.	A.	Cont. 75 v.	En dérivation.	Néant.	40 fr carcel-année.
Moulins	*Société anonyme locale.*	Janv. 1892.	Particuliers.	V. Sautt.-Harlé.	60	Edison.	A.	Cont. 110 v.	En dériv. accum.	23,5	1 fr le kwh.
Vichy-Cusset	*Cie du gaz : groupe lyonnais de la Chomette.*	Avril 1894.	Public et part.	Vap. Armingt.	150	Belfort.	S.	Cont. 240 v.	3 fils, acc. Tudor.	40	
Alpes (Basses-).											
Manosque	*Soulet*	Déc. 1893.	Public et part.	Vapeur de 70 et turb. de 80.	150	Alternateurs Patin et Mordey.	A.	Alt. 2000 v.	Transform. Patin et Grammont.	Néant.	Forfait et compteur, 1 fr le kwh.
Sisteron	*Soc. régionale d'électricité.*	Juin 1891.	Public et part.	Turbine.	80	Edison.	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	
Riez et Allemagne	*A. Bastide*	Juin 1895.	Public et part.	Hydr. et vap. turb. Herc. 40, mot. vap. 50.	90	Alternateurs Mordey de 25 kw.	A.	Alt. 2400 v.	Transformateurs.	Néant.	36 fr lampe-an 10 b. ou 1 fr kwh.
Alpes (Hautes-).											
Embrun	*Mondet père et fils.*	Déc. 1891.	Public et part.	2 turb. Neyret.	75	de Ferranti.	A.	Alt. 2400 v.	Transformateurs.	Néant.	Forfait.
Alpes- [illegible]											

Aubenas	*Soc. électrique J. Perret*	Oct. 1895.	Public et part.	2 turbines. 1 vap. de 100.	320	2 Mordey, 37,5 kw	A.	Alt. 2400 v.	Transf. Mordey.	40	54 fr lampe-an 10 b.
Montpezat-sous-Bauzon	*Roure et Prat*	1895.	Public et part.	Hydraulique.	50	Patin, 20 kw.	A.	Alt. 2000 v.	Transf. Patin.	Néant.	Publ. 50 fr l.-an 16 b. Part. Forfaits suiv. durée.
Mayres	*Tardieu*	1895.	Particulier	Turbine.	18	Sautter-Harlé.	A.	Continus.	»	Néant.	En litige avec municip.
Joyeuse	*L. Forestier*	Nov. 1895.	Publ. et part.	Turbine.	40	2 Gramme	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	Abonnem. à forfait 5 ans. 56 fr lampe-an 16 b.
Vals-les-Bains	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Ardennes.											
Mouzon	*Municipalité*	Avril 1888.	Public et part.	Turbine.	40	»	A.	Cont. 150 v.	Dériv. parallèle.	Néant.	
Sedan	*G. Colette*	Juill. 1889.	Particuliers.	Vapeur et hydr.	40	Henrion 75 A.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	25-32	Forfait pour 5 ans.
Rethel	*Soc. anonyme locale*	Mars 1889.	Particuliers.	Vap. mi-fixes.	2 de 60	de Ferranti	A.	Alt. 2400 v.	Transformateurs.	50	0,04 fr carcel-heure.
Carignan	*Soc. anonyme locale*	1895.	Public et part.	A gaz pauvre.	60	5 Gram., 24, 9, 2 kw.	A.	Cont. 100 v.	Circuit compens. Acc. Dujardin.	Néant.	Éclair. à forfait ou 1,5 fr kwh, force motr. 0,6 fr kwh.
Charleville	*Ch. Brézol*	Nov. 1895.	Particuliers.	Vapeur.	»	2 Brézol multipol.	A.	Continus.	Accumulateurs.	»	
Ariège.											
Foix	*Cie du gaz*	1889.	Public et part.	A gaz.	»	»	A.	Continus.	En dérivation.	22	
	Glaizes	1889.	Particuliers.	Hydraulique.	80	2 Sautter-Harlé, 30 kw	A.	Continus.	3 fils.	22	56-54 fr l.-an 10-16 b.
Ax-les-Thermes	*Municipalité*	Oct. 1888.	Public et part.	Turbine.	25	Gramme.	A.	Cont. 115 v.	En dérivation.	Néant.	
Aulus	*Chabaud, Campredon et Cie*	1890.	Publ. et part.	Turbine.	75	2 Belfort.	A.	Cont. 240 v.	3 fils.	Néant.	
Pamiers	*Société ariégeoise*	Août 1891.	Public et part.	Turbine.	150	Gramme.	A.	Cont. 105 v.	3 fils, acc. Julien.	50	50 fr l.-an 16 b.
Saint-Girons	*Prost et Cie*	Oct. 1891.	Public et part.	Turbine.	65	Gramme.	A.	Continus.	En dérivation.	50	Spoliées par procès avec Cie du gaz.
	J.-P. Olivier	Août 1891.	Particuliers.	Turbine.	80	Desroziers	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	50	
La Bastide-de-Sérou	»	1895.	Public.	Turbine.	25	»	A.	»	»	»	
Tarascon et Ussat	*Astrié et Bastit*	7 oct. 1895	Public et part.	»	»	»	»	»	»	»	Soc. formée pour 15 ans.
Saverdun	*Municipalité*	Nov. 1892.	Public et part.	Turbine.	75	2 Belfort de 25 kw.	A.	Cont. 110 v.	3 fils.	Néant.	Écl. publ. 18 arcs de 10 A. Part., 27 fr l.-an 10 b.
Mazères	*Municipalité*	Janv. 1895.	Public et part.	Turb. Bonnet.	45	»	A.	Cont. 120 v.	3 fils.	Néant.	
Aube.											
Aix-en-Othe	*Viot*	Déc. 1880.	Public et part.	Turb. 8, vap. 10	8, 10	Edison, 40 A, Ed. 40 A.	A.	C. 100, 120 v.	En dérivation.	Néant.	0,12-0,20 fr l.-jour 10-16 b.
Bossancourt	*Chaput*	»	Public et part.	Turbine.	25	Gramme.	A.	Cont. 60 v.	En dérivation.	Néant.	Ville. Banlieue. 0,35 fr le kwh.
Courteron	*Nicolle*	Sept. 1888.	Public et part.	Roue hydraul.	6	Gramme.	A.	Cont. 125 v.	En dérivation.	»	
Troyes	*Cie nationale Ferranti*	Juin 1890.	Particuliers.	Vap. 2 Corliss.	400	de Ferranti, Patin	S.	Alt. 2400 v.	Transf. Labour.	50	1,1 fr le kwh.
Dienville	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Aude.											
Cuxac d'Aude	*Cun*	Juill. 1889.	Public et part.	Turbine.	35	2 Gramme, 80 A	A.	Continus.	2 fils; accum.	Néant.	40-60 fr l.-an 10-16 b.
Carcassonne	*Cie du gaz*	1891.	Public et part.	Vapeur.	100	Belfort	A.	Continus.	3 fils.	50	
—	*Soc. mérid. d'électricité*	Nov. 1891.	Public et part.	Turb. 120, v. 100	220	Belfort	A.	Continus.	3 fils, acc. Tudor.	50	Forf. 50-75 fr l.-an 10-16 b.
—	*Sicre et Cie*	1891.	Public et part.	Turbines.	200	Belfort, 100 A, 315 v	A.	Alternatifs.	Transformateurs.	50	
Alet	*Municipalité*	Août 1891.	Public et part.	Turbine.	40	Belfort	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	25 fr l.-an 16 b.
Quillan	*Municipalité*	Juin 1891.	Public et part.	Turbine.	40	Belfort	A.	Continus.	3 fils.	»	40 fr l.-an 16 b. ou 2 l.-10 b.
Narbonne	*Soc. mérid. d'électricité*	Janv. 1895.	Particuliers.	2 vap. 200.	400	Soc. électro-mécan.	A.	Continus.	Accum. Tudor.	50	1,2 fr le kwh et forfait.
Aveyron.											
Espalion	»	Nov. 1886.	Public et part.	Turb. Fontaine.	40	Thury.	A.	Cont. 120 v.	En dérivation.	»	42 fr carcel-année.
Capdenac	*Andrieu*	1894.	Public et part.	Turb. Fontaine.	400	5 Th.-Houston, 30 kw.	A.	Cont. 120 v.	3 fils.	»	Écl. arc et incand. Force motrice.

DÉPARTEMENTS ET VILLES.	CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS.	ANNÉES.	NATURE DE L'ÉCLAIRAGE.	MOTEURS.	PUISSANCE EN CHEVAUX.	SYSTÈME DES DYNAMOS.	NATURE DE LA CANALISATION.	NATURE DES COURANTS.	DISTRIBUTION.	PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³.	OBSERVATIONS.
Belfort (Territoire de)											
Beaucourt	*Soc. électr. beaucourtoise.*	Janv. 1895.	Publ. et part.	1 vap. Armingt.	60	Belfort	A. S.	Continus.	3 fils acc. Tudor.	»	0,80 fr le kwh.
Bouches-du-Rhône.											
Marseille	*Cie du gaz*	1885.	Public et part.	Vapeur.	600	B. tension, Edison. H. tens. Th.-Houston.	S.	Continus.	En dérivation.	35	Publ. 0,5 fr arc-h. 500 w. Part. 1,5 fr le kwh.
Lambesc	*A. Gautier*	Avril 1888.	Public et part.	Roue hydraul.	13	Gramme, 75 A	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	Publ. 245 fr 40 l.-an 16 b. Part. Forfait.
Barbentane	*Terray*	1889.	Public et part.	Roue hydraul.	7	Gramme	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	
Pelissanne	*A. Gautier*	Janv. 1889.	Public et part.	Turbine.	15	Gramme, 75 A	A.	Cont. 110 v.	En dériv. accum.	Néant.	48 fr carcel-année.
Roquevaire	*A. Favier*	Janv. 1889.	Public et part.	Vapeur.	30	24 kw	A.	Alternatifs.	Transformateurs.	Néant.	0,60 fr le kwh.
La Ciotat	*Cie du gaz*	1890.	Ecl. des atel. des messager.	Vapeur.	140	Sautter-Harlé, 250 A.	A.	Continus.	En dérivation.	35-32-28	N'a qu'un seul client. 1,4 fr le kwh.
Aubagne	*Fabre*	Janv. 1892.	Public et part.	Roue hydraul. vap. réserve.	65	Edison, 24, 3 kw	A.	Continus.	Accumulateurs.	40	60 fr l.-an 10 b.
Saint-Rémy-de-Provence	*Tortel et Roudel*	En constr.	Public et part.	»	»	»	»	»	»	»	40 et 36 fr l.-an 10 b.
Salon	*A. Grammont*	Nov. 1895.	Public et part.	2 vap. 170 ch.	340	2 Mordey-Victoria de 75 kw	S. A.	Alt. 2400 v.	Transformateurs.	30	Polices d'abonn. de 1 an 0,75 fr le kwh.
Saint-Chamas-Miramas	*David et Cie*	En prép.	Public et part.	Roue hydraul.	40	Patin, 30 kw	A.	Alt. 2000 v.	3 fils.	»	
Aix-en-Provence	*Cordier, Masse et Cie*	Oct. 1895.	Public et part.	3 vap. 150 ch.	450	6 Ganz	A.	Cont. 220 v.	Transformateurs.	27	Forf. et compt. 1 fr le kwh (éclairage au gaz entièrement remplacé par éclairage électrique).
Calvados.											
Honfleur	*Ponts et chaussées*	Fév. 1889	Port.	Vapeur.	20	Gramme, 8 A	A.	Cont. 750 v.	21 arcs.	30	
Harcourt	*L. James*	Avril 1890.	Public et part.	Roue hydr. et v.	»	Gramme sup.	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	
Vire	*Fortin, Hallais et Cie*	Mai 1892.	Public et part.	Hydr. et vap.	70	Hillairet-Huguet	A.	Cont. 110 v.	Acc. Dujardin.	40	Forfait et compteur.
Falaise	*Delaunay et Bru*	Juin 1892.	Particuliers.	Hydr. et vap.	180	Gramme sup.	A.	Cont. 220 v.	En dérivation.	35	Forfait et compteur.
Aunay-sur-Odon	*H. Fauvel*	Mai 1894.	Particuliers.	Vapeur.	140	Edison	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	30 fr lampe-an 10 b.
Caen	*Soc. région. d'électricité*	Juin 1894.	Particuliers.	Vapeur Willans.	200	de Ferranti	»	Alternatifs.	S.-st. transf. Lab.	»	
Mézidon	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Cantal.											
Chaudesaigues	*Mary Reynaud*	1890.	Public et part.	Turbine.	30	»	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	
Allanche	*Cie d'écl. électrique*	Fév. 1891.	Public et part.	Turbine.	32	Rechniewski	A.	Continus.	En dérivation.	»	24 fr l.-an 10 b.
Mauriac	*Soc. anonyme locale*	1892.	Public et part.	Vapeur.	30	Sautter-Harlé	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	60 fr l.-an 16 b.
La Roquebrou	*Lascroux*	Mai 1895.	Public et part.	2 turbines.	35	Lavo	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	30 fr lampe-an 16 b.
Charente.											
Angoulême	*Cie du gaz*	Janv. 1888.	Particuliers.	Vapeur.	65	Edison	A.	Cont. 120 v.	En dérivation.	»	Forf. et c. Thomson. 1 et 1,5 fr le kwh.
		Oct. 1892.	Public et part.	Vapeur.	130	2 Edison 120 v. 2 E. Labour	A.	Cont. 240 A.	3 fils; acc. Tudor.	25	
Charente-Inférieure.											
Marennes	*Guitton et Bertolus*	Juill. 1889.	Public et part.	Vapeur.	25	Gramme	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	48 fr carcel-année.

Saint-Amand Montrond.	Cie du gaz.	Sept. 1891.	Particuliers.	Vapeur.	45	2 Rechniewski	[illegible]	Cont. 220 v.	3 fils.	30	
La Guerche	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Corrèze.											
Allassac	*En construction*	»	»	Hydraulique.	»	»	»	»	»	»	
Côte-d'Or.											
Dijon	*Société dijonnaise.*	1891.	Particuliers.	Vap. Piguet.	200	de Ferranti, Patin	A.	Alt. 2400 v.	Tr. Labour, 105 v.	31	
Semur	*Bizouard et Lavocat.*	1891.	Particuliers.	Turbine Joly.	35	2 Rechniewski 150 v.	A.	Cont. 3 fils.	Acc. Laurent Cély.	40	3,5 fr l.-mois 10 b.
Saulieu, Montbard, etc.	*Bizouard et Lavocat*	Juill. 1893.	Public et part.	»	»	»	A.	Alternatifs.	Transf. 110 v.	»	Usine à Semur.
Côtes-du-Nord.											
Saint-Brieuc	*Soc. anonyme locale.*	Nov. 1890.	Particuliers.	Turb. Hercule.	80	Thomson Houston.	A.	Alt. 2600 v.	Transformateurs.	30	0,70 fr le kwh.
Guingamp	»	»	Public et part.	Turb. et vap.	60	Thury.	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	45 fr carcel-année.
Quintin	*Société quintinaise.*	Avril 1892.	Public et part.	Turb. Hercule.	62	Postel-Vinay, 15 kw.	A.	Cont. 125 v.	Accum. F. S. V.	Néant.	0,8 fr le kwh. Compteur Thomson.
Tréguier	*de Fages de la Tour*	1894.	»	Hydraulique.	50	2 Rechniewski.	A.	Cont. 220 v.	Dérivation	»	
Lannion	*E. de Fages.*	Août 1895.	Public et part.	Moteur Simplex gaz pauvre.	50	2 Labour, 180 A.	A.	Cont. 220 v.	3 fils.	Néant.	Forf. 36 fr lampe-an 10 b. Compt. Grassot 1 fr kwh.
Plouguernével	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Creuse.											
Bourganeuf	*Soc. de transm. de la force.*	Mai 1886.	Public et part.	Turbine.	100	Deprez.	A.	Cont. 3000 v.	Accum. L. Cély. Réceptrice.	Néant.	40 fr lampe-an 16 b.
Deux-Sèvres.											
Parthenay	*Bertin.*	»	»	Hydraulique.	»	»	»	»	»	»	
Dordogne.											
Périgueux	*Soc. électrique locale.*	Mars 1889.	Particuliers.	Vapeur.	390	Edison.	A.	Cont. 200 v.	3 fils.	24	40 fr carcel-année.
	En projet.	»	Public.	»	»	»	»	»	»	»	
Terrasson	*Gastambide et Rouzet*	1889.	Public et part.	Turbine.	35	volant Patin, 45 kw.	A.	Alt. 2000 v.	Transf. Patin.	Néant.	
Bergerac	*Société locale.*	1892.	Particuliers.	Hydr. et vap.	62	Edison.	A.	Continus.	En boucle.	40	Forfait.
Mussidan	*Devise et Reynaud.*	1893.	Public et part.	Hydraulique.	100	Patin, 30 kw.	A.	Alt. 2000 v.	Transf. Patin.	Néant.	Forfait.
Montpon-sur-l'Isle	*Victor Puel.*	1er Déc. 1894	Particuliers.	Hydraulique.	40	2 Gramme 12 kw.	A.	Cont. 120 v.	Dérivation 3 fils.	Néant.	3 à 4 fr l.-mois 10 b.
Doubs.											
Badevel	*Cadeau de M. Henri Japy.*	1892.	Public.	Hydraulique.	10	Thury.	A.	Continus.	Arcs en sér. 350 v.	Néant.	
Ornans	*Municipalité.*	1894.	Public et part.	Hydraulique.	60	2 alt. 30 kw Midoz.	A.	Alternatifs.	Transf. 3 fils.	Néant.	20-25 fr l.-an 10-16 b.
Montbéliard	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Morteau	*En projet.*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Drôme.											
Dieulefit	*Lombard Gérin et Cie.*	Déc. 1888.	Public et part.	Turbine.	50	Zipernowsky.	A.	Alt. 2000 v.	Transform. 50 v.	Néant.	
Saint-Donnat	*Soc. anonyme locale.*	Mars 1890.	Public et part.	Roue hydr.	30	Schuckert, 180 A.	A.	Cont. 105 v.	En dérivation.	Néant.	55 fr l.-an 16 b.
Saint-Jean-en-Royans	*De Buren et Lagrange.*	Nov. 1892.	Public et part.	Hydraulique.	35	Patin.	A.	Alt. 2400 v.	Transformateurs.	Néant.	Publ. 36 fr l.-an 16 b. Part. 50 fr l.-an 16 b.
Buis-les-Baronnies	*A. Rivoire.*	Juin 1893.	Public et part.	Turbine.	50	R. Alioth et Cie.	A.	Alt. 2500 v.	Transf. 115 v.	Néant.	Publ. 200 fr 50 l.-an 16 b. Part. 40-50 fr l.-an 10-16 b.

DÉPARTEMENTS ET VILLES.	CONCESSIONNAIRE OU EXPLOITANTS.	ANNÉES.	NATURE DE L'ÉCLAIRAGE.	MOTEURS.	PUISSANCE EN CHEVAUX.	SYSTÈME DE DYNAMOS.	NATURE DE LA CANALISATION.	NATURE DES COURANTS.	DISTRIBUTION.	PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³.	OBSERVATIONS.
La Motte-Chalançon	*Mme Vve Martin*	Oct. 1895.	Public et part.	Turb. Bouvier.	50	Zipernowsky, 25 kw.	A.	Alt. 2000 v.	Transf. 105 v.	Néant.	5 fr la bougie-an.
Romans	*Guitton et Bertolus*	1894.	»	Hydraulique.	»	Alternateur	»	»	»	»	
La Chapelle-en-Vercors	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Loriol	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Eure.											
Montfort-sur-Risle	*A. Hébert*	Oct. 1888.	Public et part.	Roue hydraul.	12	Gramme-Hébert	A.	Cont 75 v.	Accumulateurs.	Néant.	50 fr l.-an 16 b.
Lyons-la-Forêt	*Langlois et Cie*	Sept. 1891.	Public et part.	Hydraulique.	16	2 Lavo de 6 kw.	A.	Cont. 2 fils.	Accumulateurs.	Néant.	Forfait et compteur.
Cormeilles	*Hébert et Chalvon*	Sept. 1892.	Public et part.	Roue hydraul.	17	Manchester	A.	Continus.	Accumulateurs.	Néant.	5 fr lampe-mois 16 b.
Les Andelys	*Meurdrac*	1892.	Particuliers.	Vapeur.	50	Desroziers	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	»	
Etrépagny	*Municipalité*	Janv. 1895.	Public et part.	Moteurs à gaz.	65	2 Labour-Manchester.	A.	Cont. 220 v.	3 fils.	Néant.	
Ivry-la-Bataille	*Dutertre*	Sept. 1894.	Public et part.	Roue hydraul.	20	Rechniewski 10 kw.	A.	Cont. 120 v.	Accu. Dujardin.	Néant.	Forfait et 1,20 fr le kwh.
Rugles	*Brémontier et Duchesne*	1er J. 1895.	Particuliers.	Roue hydr., 25 / Mot. à vap. 20	45	Siemens	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	Forfait et 1,20 fr le kwh.
Beuzeville	»	1896.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Eure-et-Loir.											
Voves	»	»	Particuliers.	Vapeur.	»	Gramme	A.	Cont. 105 v.	Par 2.	»	
Cloyes	»	»	Particuliers.	Roue hydraul.	»	60 A.	A.	Cont. 70 v.	En dérivation.	»	
Finistère.											
Chateaulin	*Soc. châteaulinaise d'éclairage électrique*	Mars 1888.	Public et part.	Turb. Lemoine.	50	Gramme, 200 A.	A.	Cont. 120 v.	En dérivation.	Néant.	Publ. 2600 fr par an.
St-Pol-de-Léon	*Soc. locale, de Fages fond.*	Janv. 1892.	Public et part.	V. Davey-Paxm.	36	2 Rechniewski 10 kw.	A.	Cont. 100 v.	3 fils.	Néant.	Forfait et compteur.
Gard.											
Le Vigan	*Jean Capion*	1888.	Particuliers.	Turb. Bonnet.	30	Jaspar, 45 A.	A.	Cont. 125 v.	En dérivation.	36	42 fr carcel-année.
Nimes	*Cie nationale Ferranti*	Juill. 1890.	Théât. et part.	3 vap. Bietrix.	600	de Ferranti	P.S.	Alt. 2400 v.	Tr. Labour, 100 v.	28-30	1,20 fr le kwh, c. Brillié.
Lasalle	*L. de Rougemont*	Avril 1890.	Public et part.	Vap. et hydr.	30 et 35	Belfort, 15 kw	S.A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	38-40 fr l.-an 10-16 b.
Collias	*Municipalité*	1890.	Public et part.	Turbine.	12	Edison, compound.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	
Marguerittes	*Cie nationale Ferranti*	Oct. 1891.	Public et part.	Stat. à Nimes.	»	de Ferranti	A.	Alt. 2400.	Transf. Ferranti.	»	Compteurs.
Vallerauguе	*P. Chapuis*	Sept. 1892.	Public et part.	Turb. Girard.	45	Schuckert, 75 A.	A.	Cont. 125 v.	En dérivation.	Néant.	40 à 60 fr l.-an 10 b.
Alais	*Soc. d'éclairage électrique de la ville d'Alais*	En constr.	Public et part.	3 vap. Weyher-Rich. 150 ch.	450	6 Gramme de 45 kw.	A.	Cont. 220 v.	3 fils.	30	Publ. 80 fr lampe-an 16 b.
Garonne (Haute-).											
Grenade-s.-Garonne	*Antonin Jougla jeune*	1887.	Public et part.	Turbine.	50	Parent, compound	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	36 fr l.-an 16 b.
Toulouse	*Cie du gaz*	1888.	Particuliers.	Vapeur.	2 de 100	Breguet et Ferranti.	S.	Cont. 110 v. / Alt. 2400 v.	En dérivation.	26	Publ. 0, 53 fr le kwh.
	Soc. toulousaine d'électric.	1888.	Public et part.	4 turb. Girard. / 4 vap. 500 ch.	2500	Thury HPT, 105 kw.	A.	Cont. 250 v.	3 fils, accum.	26	Forf. ou 1,15 fr kwh, force motr. 500 fr chev.-an.
Villemur-s.-Tarn	*Municipalité*	Oct. 1889.	Public.	Turbine.	50	Société alsacienne	A.	Continus.	Intens. constant.	Néant.	
L'Isle-en-Dodon	*Société locale*	1889.	Public et part.	Turbine.	40	Belfort, 140 A.	A.	Cont. 130 v.	En dériv. accum.	Néant.	Forfait.
Revel	*Municipalité*	1892.	Public et part.	Hydraulique.	»	volant Patin	A.	Alternatifs.	Transformateurs.	»	
Auterive	*F. Ravigue*	En constr.	Public et part.	Hydraulique.	200	Patin, 2000 v.	A.	Alternatifs.	Transformateurs.	Néant.	
Gers.											

Bordeaux	*Soc. d'écl. électr. de Bordeaux et du Midi*	1887.	Particuliers.	Vapeur.	800	Gramme	A.	Cont. 110 v.	3 fils.	21	Forf. et 1 fr kwh, c. Aron et Aubert.
—	*Station de la rue Margaux. M. Martin Bussy fond.*	1890.	Particuliers.	Vapeur.	400	Gramme	A.	Cont. 110 v.	3 fils	21	Forf. et 1 fr kwh. C. Thomson et Aubert.
—	*Soc. centrale d'électricité.*	1892.	Particuliers.	Vapeur.	450	Belfort	A.	Cont. 110 v.	3 fils, accum.	21	Forf. 1 fr kwh, c. Thomson.
—	*Stat. de Bacalan, M. Renous fondateur*	1892.	Particuliers.	Vapeur.	150	Sautter-Harlé	A.	Cont. 110 v.	3 fils, accum.	21	Forf. 1 fr kwh, c. Thomson.
—	*Compagnie du gaz.*	»	Grand-Théâtre	A gaz.	60	Edison	»	Cont. 110 v.	»	21	35 000 fr par an.
—	*Soc. du tramw. électr. de Bord.-Bouscat au Vigean.*	Déc. 1893.	Tramways.	2 vap. Mc Intosch et Seymour, 150	300	2 Thomson-Houston hypercomp. 100 kw.	A.	Cont. 550 v.	Électromoteurs	»	
La Réole	*Riffaud.* *En projet*	1889. »	Particuliers. Public.	Roue hydr. »	3 »	Gramme »	A. »	Cont. 200 v. »	3 fils. »	» »	
Libourne	*Baelde et Rivière*	Mars 1891.	Particuliers.	Vapeur.	2 de 40	2 Rechniewski	A.	Cont. 110 v.	En dériv. accum.	22	1,5 le kwh.
Lesparre	*V. Taste*	Oct. 1895.	Public et part.	1 vap. Piguet de 70.	70	1 Sautter-Harlé	A.	Cont. 120 v.	3 fils.	Néant.	Forf. et au compt. 0,80 fr le kwh.
La Teste de Buch	»	En projet.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Hérault.											
Montpellier	*Popp, puis Cie du gaz*	Juill. 1888.	Public et part.	Vapeur.	500	Edison et Belfort Thomson-Houston	S. A.	Continus. »	En dérivation. Arcs en série.	21 »	1,40-1,80 fr le kwh.
Béziers	*Cie du gaz du Centre et du Midi*	En prépar. 1889.	Public et part. Théâtre.	» 2 à gaz de 25.	200 50	» Edison	» S.	Alternatifs. Continus.	» En dérivation.	» »	
Agde	*Waller frères et Cie.*	Mars 1891.	Public et part.	3 turbines.	90	Gramme	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	Forfait, bougie-mois.
Capestang	*Tarisse et Crouzatier*	Juin 1890.	Public et part.	Vapeur.	60	»	A.	Alternatifs.	Transformateurs.	Néant.	0,15-0,20 fr l.-jour 10-16 b.
Saint-Geniès-le-Bas	*Municipalité*	1892.	Public et part.	A gaz pauvre.	20	Gramme, 125 v.	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	Police de 5 années. 36 fr lampe-an 16 b.
Popian	*Municipalité*	Juill. 1892.	Public et part.	Turb. Schabaver	7	Rechniewski	A.	Continus.	»	Néant.	15 fr l.-an 10 b.
Villeneuve-les-Béziers	*Municipalité*	Avril 1893.	Public et part.	A gaz pauvre.	60	Gramme, 240 A.	A.	Cont. 135 v.	3 fils.	Néant.	36,5 fr lampe-an 16 b.
Saint-Jean-de-Fos	*G. Delmas*	Mars 1893.	Public et part.	Turbine.	30	2 Thury de 5,5 kw.	A.	Continus.	»	»	4-6 fr l.-mois 10-20 b.
Gabian	*P. Gilquin*	1894.	Public et part.	A gaz pauvre.	16	Gramme	A.	Continus.	»	»	36 fr. lampe-an 16 b.
Florensac et extensions	*Delmas*	1894.	Public et part.	2 turb. 140 ch.	280	Oerlikon	A.	Triph. 3000 v.	»	»	Publ. 50 fr l.-an 10 b. Part. 5-6 fr l.-mois 10-16 b.
Ille-et-Vilaine.											
Combourg	*Corvaissier*	1895.	»	Hydraulique.	»	»	»	»	»	»	
Indre.											
Neuvy-Saint-Sépulchre	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Indre-et-Loire.											
Tours	*Cie internationale d'éclairage électrique*	Janv. 1886.	Public et part.	Vapeur.	400	Siemens	A. S.	Alt. 1250 v.	Tr. Gaulard, 52 v.	55	72 fr carcel-année, 1,25 fr le kwh.
Isère.											
Beaurepaire	*Villaz*	1886.	Public et part.	Vapeur.	10	Gramme comp. 85 A.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	Forfait.
Rives	*Blanchet frères et Kléber.*	1886.	2 usines.	Turbine.	55	2 Schuckert 1 Edison, 16 A.	A. A.	Cont. 220 v. Alt. 1000 v.	3 fils. Transformateurs.	» »	
Claix	*Lafond*	Juin 1887.	Public et part.	Roue hydr.	10	F. Henrion	A.	Cont. 100 v.	En dérivation.	Néant.	
Pont de Claix	*Crozel*	1887.	Public et part.	Turbine.	10	Gramme, 45 A.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	
Pontcharra	*Sicoud*	1887.	Public et part.	Turbine.	9	Gramme, 80 A.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	
Grand-Lemps	*Lacroux*	1888.	Public et part.	Vapeur.	17	2 Gramme, 60 A.	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	
Villard de Lans	*Picard*	1888.	Public et part.	Hydr. et vap.	25	2 Gramme, 70 A.	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	36 fr l.-an 10 b.

DÉPARTEMENTS ET VILLES.	CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS.	ANNÉES.	NATURE DE L'ÉCLAIRAGE.	MOTEURS.	PUISSANCE EN CHEVAUX.	NATURE DES DYNAMOS.	NATURE DE LA CANALISATION	NATURE DES COURANTS.	DISTRIBUTION.	PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³.	OBSERVATIONS.
VIZILLE	*Veuve Louis Martin*	Oct. 1888.	Public et part.	Roue hydr.	35	Edison, 200 A.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	30	3,5-4-5 fr l.-mois 10-12-16 b.
GRENOBLE	*Soc. grenobloise d'électr. Bravet fondateur*	1889.	Public et part.	Hydr., vap. rés.	440	Zipernowsky	A.	Alt. 2000 v.	Transform. 105 v	28	Forfait. 1,50 fr le kwh.
VINAY	*J. Perret*	1890.	Public et part.	Turbine.	30	Mordey, 18 kw	A.	Alt. 1000 v.	Transf. Mordey.	Néant.	Transformée septem. 1893.
DOMÈNE	*Coche et Chapuis*	Juill. 1892.	Public et part.	Hydraul. 75.	275	Hillairet	A.	Continus.	»	»	1750 fr 50 l.-an 16 b.
	»	1891.	Tr. de f. motr.	Turbine. 200.		Hillairet	A.	Cont. 3000 v.	Réceptrice.	»	
BOURGOIN	»	1891.	2 moulins.	Turbine.	10	45 A.	A.	Cont. 65 v.	En dérivation.	30	
		En projet.	Public.	»	»	»	»	»	»		
VARCES	*J. Perret*	Sept. 1891.	Public et part.	Turbine.	15	Breguet, 7 kw	A.	Cont. 100 v.	En dérivation.	Néant.	80 lampes installées.
LA MURE	*Soc. anonyme locale*	Févr. 1892.	Public et part.	Vapeur.	60	Edison.	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	
LANCEY	»	1892.	Particuliers.	Hydr. ch. 500 m	15	»	A.	Continus.	»	Néant.	
SAINT ROBERT	*Poulat*	Déc. 1892.	Asile public.	Turbine.	136	Hillairet-Huguet	A.	Alt. 2200 v.	Transformateurs.	Néant.	1000 fr 800 l.-an 16 b.
SAINT LAURENT DU PONT	»	1892.	Public et part.	Hydraulique.	16	»	A.	»	»	»	
VOREPPE	*Thorrand et Cie*	1892.	Public et part.	Turb. Bouvier.	30	Mordey, 18 kw.	A.	Alt. 1000 v.	Transf. Mordey.	Néant.	30-40 fr l.-an 10-16 b.
VEUREY	»	Juill. 1893.	Public et part.	Hydraulique.	»	»	»	»	»	Néant.	
VIENNE	*Soc. d'éclairage électrique*	1893.	Particuliers.	5 vap 120.	600	5 altern. de 60 kw.	A.	Alt. 2000 v.	»	»	
MÉAUDRE	*Régis Repellin*	En prépar.	Public et part.	Hydraulique.	»	»	»	»	»	Néant.	
SAINT-GEOIRE	*Galles*	1895.	Public et part.	Turb. Brenier et Neyret.	60	4 Zipernowsky	A.	Cont. 400 v.	5 fils.	Néant.	
SAINT-SYMPHORIEN D'OZON.	*En projet*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
LA TERRASSE, LA MURE, LUMBIN, CROLLES	*Rossignol*	»	Public et part.	Hydraulique.	50	R. Alioth.	A.	Alt. 2000 v.	Transform. 110 v.	»	18 fr l.-an 10 b.
CHAPAREILLAN.	*Soc. grenobloise d'électr.*	Mai 1895.	Public et part.	6 turb. de 200.	1200	6 altern. auto-excit.	A.	Alt. 5500 v.	2 fils.	»	Forfait et compteur. 0,90 le kwh.
BARRAUX	*Soc. grenobloise d'électr.*	»	Public et part.	Usine de Chapareillan.	»	»	»	»	»	»	
GIÈRES	*Arret-Touret*	1895.	Public et part.	Turb. Brenier et Neyret.	25	1 Gramme 120 v.	A.	Cont. 220 v.	3 fils.	»	
ROYBON	*Granjean*	1895.	Public et part.	Turb. Brenier et Neyret.	40	2 Gramme 120 v.	A.	Cont. 220 v.	3 fils	»	
URIAGE	*Brun et Thibaud*	1895.	Particuliers.	Turb. Brenier et Neyret.	50	2 Gramme 120 v.	A.	Cont. 220 v.	3 fils.	»	
Jura.											
CHAMPAGNOLE	*Hugues Bory*	Déc. 1891.	Public et part.	2 turbines.	100	Bory, 60 kw.	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	Ecl. et force motrice.
LONS-LE-SAUNIER	*Ch. Melet*	Août 1893.	Particuliers.	Vapeur.	30	Brown.	A.	Continus.	En dérivation.	30	Forfait, comp. Thomson. Polices de 10 années.
SAINT-AMOUR	*L. Weudling*	Oct. 1895.	Public et part.	Turb. de 40. Vap. de 50.	90	Thury	A.	Continus.	En dérivation.	»	Contrat annuel
Landes.											
ROQUEFORT	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
ARCACHON	*En projet*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Loir-et-Cher.											
SAINT-AIGNAN	*G. Tessier fils*	Nov. 1888.	Public et part.	Vapeur.	50	Gramme	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	60 fr l.-an 16 b.
Loire.											

[illegible]	»	Déc. 1895.	Public et part.	Turb. Hercule.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	100-2000-100 v.	[illegible]	[illegible]
Saint-Victor-sur-Loire	Cie électrique de la Loire.	Juill. 1895.	Public et part.	»	300	»	»	Triphasés.	»	»	
La Talaudière	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Saint-Galmier	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Loiret.											
Neuville-aux-Bois	Municipalité	Juin 1891.	Public.	Vapeur.	10	»	A.	Cont. 470 v.	En série 10 A.	Néant.	
Orléans	»	1889	2 cafés.	Vapeur.	9	80 A.	A.	Cont. 70 v.	En dérivation.	»	
Chateau-Renard	Thuillier et Bille	Oct. 1893.	Public et part.	Turbine.	56	Lavo.	A.	Continus.	5 fils, accum.	Néant.	Forfait 5, 6 ou 9 ans.
Montargis	A. Grammont	Sept. 1895.	Public et part.	2 vap. de 120. 1 vap. de 225.	460	2 Mordey-Vict. 65 kw. 1 Mordey-Vict. 125 kw	A.	Alt. 2400 v.	Transformateurs.	0,25	Police d'abonnement pour 10 ans. 0,75 fr le kwh.
Loire (Haute-).											
Saint-Didier-la-Séauve	Soc. électr. du Lignon	»	Public et part.	Hydraulique.	»	»	A.	»	»	»	Forf. ou 0,75 fr le kwh.
Aurec	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Le Monastier-sur-Gazelle	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Sangues	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Loire-Inférieure.											
Nantes	Soc. anon. tr. de la force.	Déc. 1891.	Public et part.	Vr Weyher-Rich 2 Vap. Voruz.	335	Desroziers 250-350 v.	S.	Cont. 220 v.	3 fils, acc. Cély.	25	Écl. 1,2 fr le kwh. F. motr. 0,35 fr chev. h.
Saint-Nazaire	»	1892.	Église et cafés.	A gaz Niel.	»	»	»	»	»	»	
Pornic	Luminais et Cie.	1895.	Public et part.	1 vap. Piguet, et Cie à Lyon.	80	Thury.	A.	Cont. 220 v.	3 fils.	Néant.	1,20 fr le kwh.
Clisson	Ch. Raould.	1895.	Public et part.	2 Turb. Hercule.	30	2 Brown 10 kw.	A.	Cont. 125 v.	3 fils.	Néant.	0,9 fr kwh. 60 fr l.-an 16 b. Distribuera f. motrice.
Ancenis	Luminais et Cie.	En projet.	Particuliers.	»	»	»	»	»	»	»	
Lot.											
Saint-Céré	Gastambide et Rouzet	Oct. 1889.	Public et part.	Turb. Hercule.	75	Patin	A.	Alt. 2400 v.	Transformateurs	Néant.	Forfait de 3 et 5 ans.
Gourdon	Vergnes de Castelpers.	1er sept. 1892.	Public et part.	Vr Weyher-Rich	60	Henrion	A.	Cont. 250 v.	3 fils.	Néant.	
Lot-et-Garonne.											
Agen	Cie du gaz	1892.	Public et part.	A gaz.	90	Zipernowsky.	»	Continus.	2 fils.	»	Forfait.
Villeneuve-sur-Lot	Usine Raoulx Jay	1888.	Particuliers.	A vapeur.	50	Edison.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	50	4 fr l.-mois 10 b.
	Cie du gaz	1890.	Public et part.	A gaz.	50	Thury 750 A.	A.	Continus.	3 fils.	30	
Clairac	Lebéfaude.	1891.	Public et part.	Hydraulique.	25	Desroziers	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	
Vianne	Don de M. Latouche.	Fév. 1894.	Public.	»	»	»	A.	»	»	»	
Lozère.											
Mende	Paul Rieu.	Mars 1888.	Public et part.	Hydraul. 60. Vapeur 60.	120	Thury, 50 A, 800 v.	A.	Cont. 105 v.	En dériv., acc.	Néant.	Compt. 1,20 fr le kwh. Transform.-réducteurs.
Maine-et-Loire.											
Saint-Florent et Saumur	Marquoys et Cie.	Déc. 1891.	Particuliers.	Vr Weyher-Rich	180	Kapp.	A.	Continus.	Tr. Labour, 100 v.	30	1,1-1,5 fr le kwh.
Saumur	Sté d'éclairage électrique.	1891.	Particuliers.	Vapeur.	170	Kapp et Labour.	A.	Alt. 2000 v.	Tr. Labour.	»	
Baugé	Daniel Sack, Hubert et Cie	1893.	Public et part.	A vapeur.	19	Rechniewski	A.	Alt. 2000 v.	En dériv. 110 v.	Néant.	0,10 fr la l.-heure.
Manche.											
St-Hilaire-du-Harcouet	Soc. anonyme locale	Sept. 1888.	Public et part.	Hydr. et vap.	50	Thury et Brown.	A.	Continus.	Accum. Gadot.	Néant.	1,30 fr le kwh.
Valognes	Desbains	»	Public et part.	»	»	800 v, 17 A.	A.	»	»	Néant.	Anc. écl. au pétrole.
Mortain et Le Neufbourg.	F. Gabriel.	Janv. 1896.	Public et part.	Hydr. 70-40 ch. Vap. 120.	250	Brown.	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	1,30 fr le kwh.
Saint-Lô	En préparation	»	»	»	»	»	»	»	»	»	

DÉPARTEMENTS ET VILLES.	CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS.	ANNÉES.	NATURE DE L'ÉCLAIRAGE.	MOTEURS.	PUISSANCE EN CHEVAUX.	SYSTÈMES DES DYNAMOS.	NATURE DE LA CANALISATION.	NATURE DES COURANTS.	DISTRIBUTION.	PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³.	OBSERVATIONS.
Marne.											
Reims	*Cie du gaz A. Coze direct.*	1888.	Public et part.	A gaz, Niel. 2 de 80; 3 de 50.	310	2 Thury, 75 A. 3 Brown.	S.	Cont. 525 v.	3 fils.	27	1,2 fr le kwh.
Vertus	*Société anonyme locale.*	Sept. 1890.	Public et part.	A vapeur.	200	Edison.	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	0,05 fr carcel-heure.
Marne (Haute-).											
Saint-Dizier	*Henri Pètre.*	Avril 1890.	Particuliers.	A vap. et hydr.	50	»	A.	Continus.	En dérivation.	35	Publ. 0,06 l.-heure 10 b. Part. 0,15-0,20 l.-j. 10-16 b.
Montier-en-Der, Ceffonds	*Jules Percheron.*	Juill. 1889.	Public et part.	Hydr. et vap.	25	»	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	
Doulaincourt	*Lorin et Giraud.*	Sept. 1893.	Public et part.	Hydraulique.	35	Sautter-Harlé.	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	20 fr. lampe-an 10 b.
Mayenne.											
Craon	*Boulay.*	Nov. 1890.	Public et part.	A vapeur.	40	Gramme.	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	36 fr lampe-an 10 b.
Andouillé	*Brisseau et Chaplet*	Oct. 1892.	Public et part.	Turbine.	30	Soc. anonyme d'électr. de Courbevoie	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	25 fr lampe-an 16 b.
Meurthe-et-Moselle.											
Dombasle	»	»	2 chantiers.	A vapeur.	25	8 A.	A.	Cont. 930 v.	Arcs.	»	
Varangéville-St-Nicolas	»	»	2 usines.	Turbine.	25	75 A.	A.	Cont. 105 v.	En dérivation.	»	
Saulnes	»	»	Particuliers.	A vapeur.	20	120 A.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	»	
Jarville	»	»	2 usines.	A vapeur.	8 de 10	2,37 A	A.	Cont. 120 v.	En dérivation.	»	
Nancy	*Soc. nancéenne*	Déc. 1887.	Particuliers.	A vapeur.	800	de Ferranti.	S.	Alt. 2400 v.	Transform.	35	0,6 fr le kwh.
Pont-à-Mousson	*Cie anonyme locale.*	Avril 1888.	Particuliers.	T. Hercule, 40. Vap. Calla, 30.	70	1 Schuckert. 1 Thury, 280 A.	A. A.	Alt. 2400 v. Cont. 130 v.	Transformateurs. En dérivation.	» 30	Gaz 0,32 fr le m³ pour abonnés à l'électricité.
Toul	*Cie anonyme locale.*	1890.	Particuliers.	A vapeur.	40	2 Thury	A.	Cont. 130 v.	En dérivation.	»	
Lunéville	»	1895.	Public et part.	»	»	»	»	»	»	»	
Longuyon	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Meuse.											
Fontaine-au-Rupt	»	»	Usine et habit.	A vapeur.	20	»	»	Cont. 110 v.	En dérivation.	»	
Verdun	*Couteu* »	Avril 1887. En prépar.	Particuliers. Théâtre.	Gaz et hydr.	115	Edison et Schuckert. »	S. »	Cont. 120 v. »	En dériv. acc. »	25 »	Forfait.
Bar-le-Duc	*Goret*	1889.	Particuliers.	Turb. et v. rés.	120	Thury et Sautter.	A.	Cont. 110 v.	Feeders 2 fils.	33	Forf. comp. horaires.
Montmédy	*Soc. locale, M. Chatiliez,*	Oct. 1890.	Public et part.	Vap. Weyer Rich.	45	Henrion, 90 A.	A.	Cont. 240 v.	En dériv. par 2.	Néant.	Forfait.
Iré-les-Prés	*Ingénieur-fondateur*	»	»	Turbine.		Manchester, 4,5 kw.		C. 280-300 v.	Acc. Chatiliez.	»	Utilisé à Montmédy.
Lupcourt	*Orphelinat agricole*	Nov. 1895.	Particuliers.	Turb. Hercule.	2	Henrion	A.	Cont. 110 v.	2 fils.	»	
Ancemont	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Morbihan.											
Hennebont	*Vicomte de Gibon.*	Déc. 1889.	Public et part.	Vap. Weyher Rich.	180	Hillairet, 160 v.	A.	Cont. 110 v.	Acc. Dujard. 1000 A.-h.	Néant.	48 fr lampe-an 10 b. 60 fr lampe-an 16 b.
Ploermel	*Marquis de la Boëssière.*	Août 1891.	Public et part.	Turb. Hercule.	75	Lahmeyer, 55 kw.	A.	Continus.	»	Néant.	Forf. et compteurs
Nièvre.											
Nevers	*Pécard frères.*	Déc. 1890.	Particuliers.	A vapeur.	70	Schuckert, 150 A.	A.	Continus.	En dérivation.	20-30	55 fr lampe-an 10 b.

Nord.											
Valenciennes	*E. Magnier fils*	Juill. 1892.	Particuliers.	Vap. Corliss.	130	2 Bosshardt, 200 A.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	25	Forfait, prix du gaz.
Avesnes-les-Aubert	*Derieux*	Avril 1893.	Public et part.	A vapeur.	35	Postel-Vinay, 115 v.	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	Part. 50 fr l.-an 16 b. Publ. 27,5 fr l.-an 16 b.
Lille	*Cie continentale Edison*	1892.	Particuliers.	3 mi-fixes.	140	Edison Hopkinson.	A.	Continus	2 fils, accumulat.	20	Forf. et c. Thomson.
	Société lilloise	Févr. 1894.	Public et part.	3 Otto à gaz.	450	6 Labour, 40 kw	S.	Cont. 220 v.	3 fils, accumulat.	20	
Steenwerk	*Société anonyme d'électricité de Steenwerk*	Oct. 1895.	Public et part.	A vapeur.	40	Gramme	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	Forfait et compteur. 0,80 fr le kwh.
Neuville	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Oise.											
Compiègne	*Fontaine et Tricoche*	Août 1888.	Particuliers	Vapeur Farcot.	130	2 Gram. comp. 110 v.	A.	Cont. 220 v.	3 fils.	30	90 fr l.-an 16 b.
Orne.											
Domfront	*A. Lainé et Cie*	Août 1886.	Public.	Hydr. et vap.	26	Gramme	A.	Cont. 220 v.	4 par 4 lampes.	Néant.	2000 fr p. 170 nuits.
Argentan	*Dumont*	Nov. 1890.	Particuliers.	A vapeur.	60	Gramme et Henrion.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	30	60 fr lampe-an 16 b.
Alençon	*Société locale*	En projet.	Public et part.	»	»	»	»	»	»	»	
Pas-de-Calais.											
Havrincourt	*Marquis d'Havrincourt*	1888.	Usine et chât.	Vapeur.	50	Gramme, 60 A.	A.	Cont. 70 v.	En dérivation.	Néant.	Accumulateurs.
Boulogne-sur-Mer	*Soc. transm. de la force.*	1891.	Public et part.	Vap. Weyer Rich.	600	Desroziers multip.	S.	Cont. 220 v.	3 fils; acc. L. Cély.	30	1,2 fr le kwh; c. Brillié.
Audruicq	*C. Delvincourt*	Févr. 1895.	Public et part.	Vap. Davey Paxm.	40	2 Gramme, 75 A, 110 v.	A.	Cont. 220 v.	3 fils.	»	Acc. Chatiliez.
Montreuil-sur-Mer	*Cie des Ch. de fer du Nord*	1895.	Gare et dép.	»	»	»	»	Continus.	Accumulateurs.	»	
Calais	*Hénon*	1888.	Usine et atel.	Vap. Cuvellier.	16	»	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	»	
	Cie du gaz	Juin 1894.	Public et part.	2 Niel à gaz.	160	Brown, 50 kw.	A.	Alt. 1000 v.	Transf. Patin.	»	S.-stations de transform.
Bruay	*L. Darras, entrepreneur*	Sept. 1895.	Public et part.	2 vap. de 75.	150	2 Gramme	A.	Cont. 220 v.	3 fils.	Suppr.	60 fr lampe-an de 16 b. 1 fr le kwh.
Puy-de-Dôme.											
Clermont-Ferrand et Royat	*Claret père et fils*	1889.	Tramway.	Vapeur.	450	Thury	A.	Cont. 550 v.	Electromoteurs.	»	
	Cie du gaz	1892.	Public et part.	Vap. Creusot.	300	Zipernowsky, 25-32 A.	A.	Alt. 2000 v.	Tr. Zipernowski.	30	
Ardes-sur-Couze	*Société locale*	Sept. 1890.	Public et part.	Turbine.	25	Edison	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	
Besse-en-Chandèze	*Berthoule*	Sept. 1895.	Public et part.	Turbine.	40	Belfort, 18 kw	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	Publ. 350 fr 45 l.-an 16 b. Part. 25 fr l.-an 16 b.
Thiers	*En projet*	»	Dist. de f. mot.	Hydraulique.	400	Deprez	A.	Continus	Réceptrice et électromoteurs.	20	
Issoire	*En projet*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
La Bourboule	*Claret*	En prépar.	Public et part.	Hydraulique.	»	»	»	»	»	»	
Mont-Dore	*En projet*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Pyrénées (Basses-).											
Oloron	*Raphaël Lavigne et Cie*	Nov. 1887.	Public et part.	2 Turb. Girard.	120	3 Gramme	A.	Cont. 120 v.	3 fils.	50	Forfait annuel.
Pau	*Brillouin et Cie*	Janv. 1888.	Particuliers.	Hydr. et vap.	270	2 Edison, 225 A.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	35	1 fr le kwh.
Eaux-Bonnes	*Superville et Caudan*	Oct. 1888.	Public et part.	Turbines.	120	2, 150 A.	A.	Cont. 120 v.	En dérivation.	Néant.	30 fr carcel-année.
Laruns et Eaux-Chaudes	*Béchat et Cie*	Mai 1890.	Public et part.	Turbine.	25	Gramme, 40 A.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	
Nay	*Brillouin et Cie*	Juill. 1890.	Public et part.	Turbine.	100	Edison	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	0,10 fr. l.-heure 10 b.
Navarrenx	*Municipalité*	Juill. 1891.	Public et part.	Turbine.	50	Edison	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	Forfait.
Lescar	*Soc. électr., Hayet direct.*	Déc. 1892.	Public et part.	Turbine.	22	2 Sautter-Harlé, 9 kw.	A.	Continus.	»	Néant.	Publ. 400 fr 20 l.-an 16 b. Part. 0,5 fr le kwh.
Biarritz	*Cie du gaz*	Mars 1894.	Public et part.	A vapeur.	70	Zipernowsky, 50 kw.	A.S.	Alternatifs.	Transf. en dériv.	»	
	Casino et Café Anglais	»	Particulier.	A vapeur.	60	Gramme, 40 A.	»	Cont. 70 v.	Arcs.	»	
Bedous	»	»	Public et part.	Turbine.	8	Gramme, 40 A.		»	»	»	

DÉPARTEMENTS ET VILLES.	CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS.	ANNÉES.	NATURE DE L'ÉCLAIRAGE.	MOTEURS.	PUISSANCE EN CHEVAUX.	SYSTÈME DES DYNAMOS.	NATURE DE LA CANALISATION.	NATURE DES COURANTS.	DISTRIBUTION.	PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³.	OBSERVATIONS.
Pyrénées (Hautes-).											
Argelès	*Cie d'élec. des Pyr. Centr.*	Juill. 1887.	Public et part.	Hydr. et vap.	60	Edison	A.	Cont. 120 v.	3 fils.	Néant.	Accumulateurs le jour.
Bagnères-de-Bigorre	*Letorte et Cie*	Oct. 1891.	Particuliers.	Turbine.	20	»	A.	Continus.	En dérivation.	40	
Tarbes	*Cie Française du Centre et du Midi*	Mars 1891.	Public et part.	Vap. et hydr.	100	2 Edison, 12 kw	A.	Continus.	3 fils.	»	
Vic-en-Bigorre	*Municipalité*	Mai 1892.	Public et part.	Hydr. et vap.	40	2 F. Henrion, 120 A.	A.	Cont. 110 v.	»	»	36,5 fr lampe-an 10 b.
Maubourguet	*René Ricard*	Août 1892.	Public et part.	Turbine.	40	2 Sautter-Harlé, 90 A.	A.	Cont. 125 v.	»	»	Publ. 1500 fr 42 l.-an 16-10 b. Part. 0,95-0,88 fr le kwh.
Lannemezan	*Descomp-Barlié*	Déc. 1892.	Public et part.	Turbine.	30	2 Gramme, 70 A.	A.	Cont. 120 v.	3 fils.	»	
Cauterets	"	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Campan	*L. Porte*	Févr. 1895.	Public et part.	Turb. Fontaine de 30.	30	2 Gramme	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	»	Contrat 10 a. avec la ville. Part. 30 fr lampe-an 10 b.
Luz	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Pyrénées-Orientales.											
Perpignan	*Edm. Bartissol et Cie*	1889.	Public et part.	A vapeur. 30-80-125.	235	3 Thury, 2 Hillairet.	S.	Continus.	En dériv. 140 v. éclair. publ. en série 10 A.	28	1 fr le kwh.
Millas	*Gouzy*	Juill. 1890.	Public et part.	Turbine.	10	Gramme	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	
Prades	*Rous*	1891.	Public et part.	3 turb. Herc.	140	Belfort	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	33	36 fr l.-an 16 b. rachat du privilège du gaz.
Amélie-les-Bains	*Soc. locale, J. Roquet-Lalanne, fondateur*	Déc. 1892.	Public et part.	2 turbines.	110	Gramme, 350 v.	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	40 fr l.-an 10 b. rachat privilège du gaz.
Céret	*J. Roquet-Lalanne*	En projet.	»	Hydraulique.	»	»	»	»	»	»	
Saint-Paul-de-Fenouillet	*Louis Abram*	Févr. 1895.	Public et part.	Turb. Herc. 22.	22	Manchester	A.	Cont. 120 v.	En dérivation.	Néant.	36 fr lampe-an 10 b.
Latour-de-France et Estagel	*J. Roquet-Lalanne*	1895.	Public et part.	Hydraulique.	40	Zipernowski	A.	Alt. 2000 v.	Tr. Zipernowski.	Néant.	30 fr lampe-an 10 b.
Elne	*P. Massota*	1895.	Public et part.	Turb. Hercule.	30	F. Henrion	A.	Alternatifs.	3 fils.	Néant.	Contrat annuel.
Prats-de-Mollo	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Rhône.											
Lyon	*Cie du gaz*	1887.	Particuliers.	Vap. Armingt.	1400	3 Belfort, 250 A. 3 Belfort 1500 A.	S.	Cont. 110 v.	2 fils; acc. Tudor.	»	Compteur.
	de Mercey et Cie	Juin 1895.	Particuliers.	Vap. Piguet.	60	R. Alioth et Cie, 170 v.	A.				1 fr kwh c. Thomson et Meylan-Rechniewski.
	Soc. Ilot Tolozan	1891.	Particuliers.	Vapeur.	60	Ganz-Creusot	S.	Cont. 120 v.	2 fils; acc. Tudor.	28,5	1,40 le kwh c. Thomson et Brillié.
	Ilot Bissuel (Lombard Gérin et Cie, propriét.)	1892.	Particuliers.	2 gaz Niel.	40	Ganz-Creusot	S				1,20 le kwh c. Thomson.
Villefranche-sur-Saône	*Supprimé puis exploité par la Cie du gaz*	1888.	Particuliers.	Vapeur.	110	2 Parent et 1 Belfort.	A.	Continus.	3 fils.	30	
Pontcharra-sur-Turdine	*C. Bazy*	Déc. 1891.	Public et part.	Hydr. et vap.	18	Lavo	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	
Charbonnières-les-Bains	*A. Deck*	Mai 1892.	Public et part.	Vap. Biétrix.	40	F. Henrion	A.	Continus.	»	Néant	Forf. saison Mai-Nov.
L'Arbresle	*Soc. régionale d'électricité*	1892.	»	2 turbines.	120	»	A.	»	»	Néant.	
Beaujeu, Cercié, Belleville et Montmerle	*Cie régionale d'électricité*	1895.	Public et part.	1 turb. Picard.	100	1 alt. Oerlikon	A.	Alt. 10000 v.	Transf. Labour.	Néant.	
Saône et Loire.											

Montbozon.	*Soc. A. du Bousquet, de Nattes et Cie.*	Nov. 1894.	Particuliers.	Turbine.	40	2 Midoz de 18 kw.	A.	Cont. 220 v.	3 fils.	Néant.	Part. forfait.
Sarthe.											
Le Mans.	*A. Brillouin.*	1887.	Particuliers.	Vapeur.	150	Edison.	A.	Cont. 110 v.	Accumulateurs.	Pub. 15	Forfait, compteurs.
—	*Cie du Gaz.*	Nov. 1887.	Public et part.	6 Weyher 50.	300	Brown, Boveri et Cie.	S.	Cont. 110 v.	Accumulateurs.	Part. 24	Forfait, 1 fr le kwh. Canal. Berthoud-Borrel et Callender.
Le Lude.	*Germier et Houdayer.*	Sept. 1893.	Public et part.	2 Vap. 36 chev.	72	4 Gramme, 60 A.	A.	Cont. 110 v.	Acc. Gadot-Pisca.	Néant.	Forfait. Distr. f. motrice.
Vaas.	*Municipalité*	Avril 1894.	Public et part.	Roue Sagebien.	13	Thury, 10 kw.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	C. 5 a. 36 et 30 fr. l-an 16 b.
Savoie.											
Modane et les Fourneaux.	*A. Trillat et Sc. Bouvier.*	Oct. 1885.	Public et part.	Turbine.	60	2 Thury, 45 kw.	A.	Cont. 125 v.	En dérivation.	»	42 fr. lampe-an 16 b.
Yenne.	*F. Labaye*	1887.	Public et part.	Turbine.	24	Edison, 16 A	A.	Cont. 103 v.	En dérivation.	Néant.	40 fr lampe-an 10 b.
S.-Jean-de-Maurienne.	*Alesmonières et Héraut.*	1889.	Particuliers.	2 turbines, 30.	60	Thury.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	
Saint-Genix d'Aoste.	*Municipalité.*	1889.	Public et part.	2 turbines.	100	Schuckert.	A.	Cont. 120 v.	3 fils.	Néant.	20-30-40 fr l.-an 10-16-32 b.
Brides-les-Bains.	*Le comte Greyfié.*	Janv. 1890.	Public et part.	Turbines.	50	1 Thury.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	Forfait.
Pont-de-Beauvoisin.	»	1890.	Public et part	Turbine.	»	Edison.	A.	Continus.	En dérivation.	40	
Moutiers.	*Dumont et Cie.*	1891.	Public et part.	Turbines.	50	»	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	
S.-Michel-de-Maurienne.	*Peduzzi et Cie.*	1891.	Particuliers.	Roue hydr.	70	Fein.	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	3,75 fr l.-mois 16 b.
Saint-Béron.	*Cie électrochimique.*	En constr.	Usine pr. ch.	Hydraulique.	»	»	»	»	»	»	
Les Échelles.	*Soc. grenobloise d'électr.*	Juin 1895.	Public et part.	2 turbines.	200	Alt. Routin de 40 kw. Dyn. Routin, c. à 300 v pour transport d'énergie	A.	Triphasés. Continus.	Transf. en étoile.	Néant.	0,35 fr le kwh.
Chambéry. Challes-les-Eaux. Les Marches. Myans.	*Soc. grenobloise d'électr.*	Juin 1895.	Public et part.	Usine de Chapareillan.	»	»	»	»	»	»	Forfait et compteur 0,90 fr le kwh.
Savoie (Haute-).											
La Roche-sur-Foron.	*Cie Lyonnaise d'électricité.*	Nov. 1885.	Public et part.	Hydr. et vap.	100	2 Thury.	A.	Cont. 140 v.	En dérivation.	Néant.	72 fr l.-an 16 b.
Alby-sur-Chéran.	*F. Mugnier*	Janv. 1889.	Public et part.	Hydraul.	50	Dumont	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	30-36 fr l.-an 10-16 b.
Cluses.	*C. Carpano.*	1891.	Public et part.	Hydraul.	50	2 Thury.	A.	Cont. 125 v.	En dérivation.	Néant.	
Tanninges.	*F. Burtin et Cie.*	Oct. 1891.	Public et part.	Hydraulique.	55	1 Thury.	A.	Cont. 125 v.	En dérivation.	Néant.	30 fr l.-an 10 b.
Arthaz-Pont-N.-Dame.	*Chemins de fer du Salève.*	Déc. 1892.	Tract. électr.	Hydraul.	500	2 Thury, 600 v.	A.	Cont. 600 v.	Électromoteurs.	Néant.	
Rumilly.	*Comoz et Guers.*	1893.	Public et part.	Hydraul.	50	Desroziers	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	
Seine.											
Paris.	*(Réservé).*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Vincennes.	*G. Hermand.*	1893.	Public et part.	V. Sautter-Harlé	150	Sautt.-Harlé, 22,5 kw.	A.	Cont. 120 v.	3 fils, accum.	35	1,2 fr kwh, c. Thomson. 0,05 fr l.-h. 10 b. c. Brocq.
Puteaux Saint-Cloud.	*Cie d'éclairage électrique de la banlieue ouest de Paris.*	1895.	Public et part.	3 vap. Blondel.	1370	3 vol. Patin, 200 kw.	»	Alt. 2400 v.	Transf. Patin.	»	Public 1,20 fr le kwh.
Levallois-Perret.	*Tschieret, Fuchs et Cie.*	En prépar.	Public et part.	Vapeur.	»	volant Patin, 80 kw.	»	Alt. 2000 v.	»	35	Publ. 60000 fr par an. Part. 1,10 fr le kwh.
Seine-et-Marne.											
Melun.	*Caget.*	Juill. 1889.	Particuliers.	Vapeur.	560	de Ferranti, Patin.	A.	Alt. 2400 v.	Transformateurs.	20	Gaz 30 c. avant us. élect.
Provins.	*X. Garnot.*	Mai 1890.	Particuliers.	Vapeur.	130	Lahmeyer et Rechniewski.	A.	Cont. 120 v.	Feeders 100 v.	30	Forf., compt. 1,20 fr kwh. Force motr. 0,578 fr kwh.
Crécy-en-Brie.	*O. Patin.*	1894.	Public et part.	Hydraulique.	30	Patin, 20 kw.	A.	Alt. 2000 v.	Transf. Patin.	Néant.	Public, 50 fr l.-an 16 b. Part., forfait et 1,5 fr kwh.
Moret-sur-Loing.	*Soc. anonyme locale.*	En projet.	Public et part.	»	»	»	»	»	»	»	
Guignes-Rabutin.	*L. Leblond.*	Sept. 1894.	Public et part.	Mot. à pétrole.	12,5	Sautter-Harlé.	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	Forfait 72 fr l.-an 16 b. Compteur 1,25 fr kwh.

DÉPARTEMENTS ET VILLES.	CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS.	ANNÉES.	NATURE DE L'ÉCLAIRAGE.	MOTEURS.	PUISSANCE EN CHEVAUX.	SYSTÈMES DES DYNAMOS.	NATURE DE LA CANALISATION.	NATURE DES COURANTS.	DISTRIBUTION.	PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³.	OBSERVATIONS.
Seine-et-Oise.											
Versailles	*En projet*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Neauphle-le-Château	*A.-L. Petit et Cie*	Janv. 1896.	Public et part.	Corliss de 40.	40	Brown	A.	Cont. 220 v.	3 fils.	»	Forf. et compt. 0,90 kwh.
Seine-Inférieure.											
Rouen	*Société normande d'électricité*	1888.	Public et part.	Vapeur.	1200	Brown	A et S.	Continus.	3 fils.	25	50 fr carcel-année. Compt. Brillié de 800 kw.
Le Havre	*Société l'Énergie électrique Ch. Mildé fondateur*	1889.	Particuliers.	4 vap. Corliss.	1000	4 de Ferranti de 225 kw.	S.	Alt. 2400 v.	Transformateurs.	21	0,89 fr le kwh.
Fécamp	*Vve A. Legros et Fils*	Déc. 1891.	Particuliers.	Hydr. et vap.	150	Edison et Belfort	A.	Cont. 120 v.	3 fils. Acc.	30	Forfait et compteur.
Dieppe	*Soc. anon. d'écl. électr. F. Verdier fondateur*	Août 1892.	Public et part.	2 vap. 50. 1 vap. 150.	250	Gramme et Rechniewski	A.	Cont. 220 v.	3 fils, acc. Verdier	21	Forfait et 1,2 fr le kwh. Compteur Grassot.
Envermeu	*Soc. d'écl. él., Verdier fond.*	Oct. 1892.	Public et part.	Roue hydraul.	18	Gramme, 300 v.	A.	Cont. 150 v.	3 fils, acc. Verdier	Néant.	Forfait et compteur.
Saint-Saëns	*E. Roger*	Nov. 1892.	Public et part.	Hydraulique.	12	Lavo	A.	Cont. 110 v.	Acc. F. S. V.	Néant.	42-48-60-65 fr lampe-an. 10-16-20-25 b.
Déville-Maromme	*Raoul Lemoine*	Mars 1893.	Public et part.	Hydraulique.	25	3 Gramme	A.	Continus.	En dérivation.	25	45 fr lampe-an 10 b. 1,25 fr le kwh.
Darnétal	*P. Delaporte père et fils aîné et Gautel*	1892. Sept. 1893	Public et part.	Roue hydr. 5. V. Weyher, 45.	50	Breguet, 24 v. Brown, 250 v.	A.	Cont. 140 v.	2 fils, acc. L. Cély.	20	0.4 fr la bougie-mois.
Auffay	*A. Chalufour et Cie*	Août 1893.	Public et part.	Turb. Hercule. Vap. réserve.	28	Postel-Vinay	A.	Cont. 115 v.	En dérivation.	Néant.	Forfait. 40-50 fr l-an 10-16 b.
Bolbec	*B. Fèvre*	Mars 1893.	Public et part.	Vap. Corliss 135. Vap. Corliss 60.	192	Patin	A.	Alt. 2000 v.	Transformateurs.	0,25	Écl. forfait et 1 fr le kwh. F. motr. 0,25-0,40 fr ch.-h.
Arques-la-Bataille	*A. Chalufour et Cie*	Oct. 1894.	Public et part.	Turb. Hercule.	40	Postel-Vinay	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	Forfait.
Saint-Romain-de-Colbosc	*Buchman et Faucoguey*	Oct. 1895.	Public et part.	Vapeur.	40	Gramme	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	Engagement de 5 années. 0,80 fr le kwh.
Gruchet-le-Valasse	»	En projet.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Somme.											
Abbeville	*Girard*	Fév. 1890.	Particuliers.	Vapeur.	50	F. Henrion	A.	Continus.	En dérivation.	25	
Corbie	»	»	Usines.	Vapeur.	60	»	A.	Alt. 110 v.	En dérivation.	»	
Tarn.											
Mazamet	*Sabatier*	1883.	3 usines.	Turbines.	160	Edison	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	»	
—	*Brien*	1892.	Particuliers.	Turbine.	7	Edison	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	»	
Dourgne	*Municipalité*	Juin 1892.	Public et part.	Turbine.	45	2 Gramme	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	25-35 fr l.-an 10-16 b.
L'Isle-d'Albi	*Municipalité*	Juin 1892.	»	Turbine.	60	»	»	»	»	»	
Sorèze	*Municipalité*	1893.	Public et part.	Turbine.	45	Alt. Labour, 110 v.	A.	Alt. 5000 v.	Transf. Labour.	»	
Durfort	*Municipalité de Sorèze*	1893.	Public et part.	Stat. de Sorèze.	»	»	»	Alt. 5000 v.	Transf. Labour.	»	
Tarn-et-Garonne.											
Montauban	*Fiche et Cie*	Déc. 1890.	Particuliers.	Turbine.	60	2 Brush	A.	Cont. 1250 v.	En sér. 2 circ. 10 A.	52	45 fr l.-an 16 b.
	»	En projet.	Public.	»	»	»	»	»	»	»	

Toulon	*Cie du gaz*	1887.	Public et part.	4 à gaz.	160	4 Belfort	S.	Continus.	En dérivation.	»	
Draguignan	*Fournial frères*	»	Public et part.	2 t. Esch. W. 150 / 1 vap. rés. 100	400	Oerlikon	A.	Alternatifs.	Transf. en dériv.	30	Forfait ; 0,9 fr le k.
Le Muy	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Vaucluse.											
L'Isle-sur-Sorgues	*Garde-Roux*	Août 1887.	Particuliers.	2 roues hydr.	100	Gramme comp. 40 A.	A.	Cont. 200 v.	Direct. feeders.	42,5	1 fr le kwh.
Pertuis	*Cie Lyonnaise d'électricité.*	Févr. 1888.	Public et part.	Hydr. et vap.	60 / 90 } 150	2 Parent	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	72 fr 1.-an 16 b.
Vaucluse	*Garde-Roux*	Sept. 1888.	Public et part.	Roue hydraul.	100	2 Gramme, 40 A.	A.	Cont. 220 v.	5 fils.	Néant.	Forfait ; pétrole 45 c.
Valréas	*Lombard Gérin et Cie.*	Déc. 1888.	Public et part.	Turbine.	50	Zipernowsky	A.	Alternatifs.	Transformateurs.	Néant.	
Vaison	*Tortel et Roudet*	1890.	Public et part.	Turbine.	50	»	A.	Alternatifs.	Transformateurs.	Néant.	
Avignon	*Cie du gaz*	Juin 1891.	Public et part.	A gaz.	30	Sautter-Harlé	A.	Continus.	En dérivation.	»	
—	*A. Ducommun et Cie*	Janv. 1891.	Particuliers.	2 vap.	180	Edison	A.	Continus.	5 fils.	27,5	Lampe et forfait. Polices de 7 années.
Malaucène	*A. Bayon*	1888.	Public et part.	Turb. Bouvier.	20	Edison 75 A. Bayon 75 A	A.	Cont. 110 v.	Accum. L. Cély.	Néant.	
Monteux	*Municipalité*	1891.	Public et part.	Turb. Bouvier.	21	Zipernowsky, 10 A.	A.	Alt. 2000 v.	Transform. 105 v.	Néant.	
Montfavet	*Joseph Pernod*	Janv. 1896.	Public et part.	Hydr. 20 chev. / Vap. Piguet 20.	40	1 Brown / 1 Siemens	A.	Cont. 120 v.	En dérivation avec accumulat.	Néant.	50 fr lampe-an de 16 b.
Courthézon	»	1895.	»	»	»	»	»	»	»	»	
Vendée.											
Pouzauges	*Vicomte de Gibon*	Oct. 1887.	Public et part.	Vap. Weyher.	35	Edison	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	Forfait.
Vienne.											
Poitiers	*Albert Bertin*	1891. / 1893.	Particuliers. / Parc Blossac.	A vapeur. / »	200 / »	de Ferranti / »	A. / A.	Alt. 2400 v. / »	Transformateurs. / 5 régul. à arc.	27	Forfait et compteur.
L'Isle-Jourdain	*Genaud*	Févr. 1892.	Public et part.	Turbine.	60	2 Gramme	A.	Cont. 140 v.	5 fils.	Néant.	50 fr lampe-an 16 b.
St-Savin-sur-Gartempe	*Genaud*	1893.	Public et part.	Roue hydraul.	30	»	»	»	»	»	
Couhé-Vérac	»	1894.	Public et part.	Turb. et vap.	10 / 25	2 Gramme, 8 kw	A.	Cont. 120 v.	»	»	
Vienne (Haute-).											
Limoges	*Laroudie et Rougerie*	1889.	Particuliers.	A vapeur.	70	Schuckert et Henrion.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	29	40 fr lampe-an 16 b
Saint-Léonard	*Rabu*	Nov. 1894.	Public et part.	Turbine.	45	Thomson-Houston	A.	Alt. 2200 v.	Transformateurs.	Néant.	
Vosges.											
Bruyères	*Haumonté*	1887.	Public et part.	Hydraulique.	30	Breguet, 80 A.	A.	Cont. 150 v.	En dérivation.	»	
Val-d'Ajol	*Durand frères*	Avril 1892.	Public et part.	Turbine.	50	Sautter-Harlé	A.	Cont. 120 v.	En dérivation.	»	
Épinal	*Fabius Henrion*	Avril 1892. / En projet.	Particuliers. / Public.	Vapeur Farcot. / »	100 / »	F. Henrion. / »	A. / A.	Continus. / Continus.	5 fils. / »	35 / »	Forfait ; compteurs 1,2 fr le kwh.
Yonne.											
Saint-Fargeau	*Luneau-Clayeux*	Févr. 1888.	Public et part.	Turbine Girard / vapeur.	10 / 15	1 Gramme, 225 A.	A.	Cont. 75 v.	En dérivation.	Néant.	0,05 carcel-heure.
Sens	*Pesloux et Druineau*	Août 1889.	Particuliers.	Vap. Corliss.	350	de Ferranti et Patin.	A.	Alt. 2400 v.	Transformateurs.	30	3,60 fr lampe-mois 16 b.
Auxerre	*Collinet*	Juill. 1891.	Particuliers.	Vap. Piguet.	400	de Ferranti et Patin.	A.	Alt. 2400 v.	Transformateurs.	»	Écl. et force motr.
Chablis	*Henri Folliot et Cie*	Juin 1895.	Public et part.	Vapeur.	40	Postel-Vinay	A.	Continus.	En boucle.	24	4 ans, compteur et à forfait, 0,80 le kwh.

DÉPARTEMENTS ET VILLES.	CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS.	ANNÉES.	NATURE DE L'ÉCLAIRAGE.	MOTEURS.	PUISSANCE EN CHEVAUX.	SYSTÈME DES DYNAMOS.	NATURE DE LA CANALISATION.	NATURE DES COURANTS.	DISTRIBUTION.	PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³.	OBSERVATIONS.
Algérie.											
Miliana	*Usine municipale*	Déc. 1888.	Public et part.	Hydraulique.	160	2 Manchester, 200 v.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	Publ. 30 fr l.-an 16 b. Part. 25 fr l.-an 16 b.
Orléansville	*Gally, Daloz et Vielle*	Août 1890.	Public et part.	V. Weyher-Rich. Turb. G. D. V.	50 85 } 135	Gramme-Breguet Desroziers	A. A.	Continus. Continus.	5 fils. Accum. L. Cély.	Néant.	
Guelma	*Société Franco-algérienne.*	Juillet 1892.	Public et part.	Vapeur.	40	Mondos	A.	Continus.	3 fils.	Néant	Écl. 2,5-4 fr l.-mois 10-16 b.
Perrégaux	*Municipalité*	1894.	Public et part.	Turb. Soix.	60	Patin, 40 kw	A.	Alt. 2000 v.	Tr. Patin, 110 v.	Néant.	F. motr. 200 fr cheval-an. Éclairage et élév. d'eau.
Mascara	*Guitton et Bertolus*	»	Public et part.	Hydraulique.	200	Oerlikon	A^{30k}	Cour. triph.	Transformateurs.	Néant.	60 fr carcel-année.
Tlemcen	*Gastambide et Rouzet*	1895.	Public et part.	Hydraulique.	2 de 90	2 Patin, 75 kw	A.	Alt. 2400 v.	Transformateurs.	Néant.	
Alger	*Cie du gaz*	En prépar.	Public et part.	»	»	»	A.	»	»	25	
Médéa	*En projet*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Bougie	*Daloz*	»	Public et part.	Vap. Boulet.	100	Breguet-Desroziers	A.	Cont. 110 v.	3 fils.	Néant.	
Oran	*Gastambide et Rouzet*	»	Public et part.	»	»	»	»	»	»	»	36 fr lampe-an de 10 b. 48 fr lampe-an 16 b
Batna	*Galloz et Vielle*	Janv. 1895.	Public et part.	Vapeur. Turb. Laval.	2 de 50.	Breguet-Manchester.	A.	Cont. 110 v.	En dérivation.	Néant.	Compteur 1,50 fr le kwh.
La Réunion.											
Saint-Denis	*Société locale*	1892.	Public et part.	Vapeur.	»	»	A.	»	»	Néant.	
Sénégal.											
Saint-Louis	*Vaubourg*	1889.	Public et part.	Vapeur.	117	Gramme	A.	Continus.	En dérivation.	Néant.	
Tahiti.											
Papeete	*Badot et Paquier*	1895.	Public et part.	Turb. Hercule	80	2 Lavo	A.	Continus.	3 fils.	Néant.	8 lampes à arc pour éclairage public. 500 lampes incandescence pour les particuliers.

L'analyse et le résumé de cette statistique se trouvent dans les informations du présent numéro, page 33.

Supplément au n° 101 de l'*Industrie électrique* du 10 mars 1896.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

STATISTIQUE

DES

CHEMINS DE FER & TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

EN EXPLOITATION, EN CONSTRUCTION OU EN PROJET

EN EUROPE

Au 1er Janvier 1896

QUATRIÈME ÉDITION

PARIS

A. LAHURE, IMPRIMEUR-ÉDITEUR

9, RUE DE FLEURUS, 9

STATISTIQUE

DES

CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

EN EXPLOITATION, EN CONSTRUCTION OU EN PROJET

EN EUROPE

AU 1er JANVIER 1896

Le développement rapide de l'application de l'énergie électrique à la traction des chemins de fer et des tramways n'a pas subi de ralentissement pendant l'année 1895. Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer les tableaux ci-dessous avec les tableaux correspondants de notre statistique de l'an dernier, tableaux que, pour faciliter les comparaisons, nous avons reproduits à la fin de ce travail.

En une année, le nombre de lignes exploitées est passé de 70 à 111 ; leur longueur totale de 700 à 902 km; la puissance des stations centrales de 18 150 à 25 095 kilowatts et le nombre de voitures automotrices ou de locomotives de 1236 à 1747.

L'Allemagne tient toujours la tête de la liste, avec 406 km de lignes, la France vient au second rang avec 132 km, suivie de l'Angleterre avec 94 km, plus 13 km pour l'Irlande, portant ainsi à 109 km la longueur totale des lignes électriques du Royaume-Uni.

La Bosnie et le Portugal ont inauguré leurs premières lignes à traction électrique en 1895. Il ne manque plus à notre liste que la Bulgarie, le Danemark et la Grèce pour que tous les États européens y soient représentés.

C'est toujours le système à conducteur aérien avec trolley, avec contact glissant, qui tient la tête. Il est employé sur 91 lignes. Il n'y a encore que 3 lignes à conducteur souterrain. Le système à rail central reste l'apanage de l'Angleterre, car sur les 9 lignes qui l'utilisent, 8 sont établies dans la Grande-Bretagne. Il y a, enfin, 8 lignes à accumulateurs.

LIGNES EN SERVICE AU 1er JANVIER 1896

États.	Longueur totale des lignes en km.	Puissance totale en kw.	Nombre total de voitures automotrices
Allemagne	406,4	7 194	857
Angleterre	94,3	4 243	143
Autriche-Hongrie	71,0	1 949	157
Belgique	25,0	1 120	48
Bosnie	5,6	75	6
Espagne	29,0	600	26
France	132,0	4 490	225
Hollande	3,2	320	14
Irlande	13,0	440	25
Italie	39,7	1 890	84
Suède et Norvège	7,5	225	15
Portugal	2,8	110	3
Roumanie	5,5	140	15
Russie	10,0	540	32
Serbie	10,0	200	11
Suisse	47,0	1 559	86
Totaux	902,0	25 095	1747

NOMBRE ET NATURE DES LIGNES EN SERVICE AU 1er JANVIER 1896

États.	Lignes à conducteur aérien.	Lignes à conducteur souterrain.	Lignes à rail central.	Lignes à accumulateurs.	Total des lignes.
Allemagne	35	1	»	»	36
Angleterre	7	1	8	1	17
Autriche-Hongrie	6	1	»	2	9
Belgique	3	»	»	»	3
Bosnie	1	»	»	»	1
Espagne	2	»	»	»	2
France	11	»	1	4	16
Hollande	»	»	»	1	1
Irlande	1	»	»	»	1
Italie	7	»	»	»	7
Suède et Norvège	1	»	»	»	1
Portugal	1	»	»	»	1
Roumanie	1	»	»	»	1
Russie	2	»	»	»	2
Serbie	1	»	»	»	1
Suisse	12	»	»	»	»
Totaux	91	3	9	8	111

Comme pour les stations centrales de distribution d'énergie électrique, nous avons dû renoncer à dresser une statistique des lignes en construction ou en projet. Avec notre cinquième édition, qui paraîtra l'an prochain, à la même date, il nous faudra créer des rubriques nouvelles, car il est probable que les nouvelles locomotives Heilmann seront en service sur la ligne de l'Ouest et que certaines lignes de tramways en exploitation utiliseront un système de traction *mixte*, entièrement électrique d'ailleurs, en employant le trolley extra-muros et les accumulateurs intra-muros, avec les mêmes voitures, les mêmes trucks et les mêmes moteurs. Quelques essais entrepris en 1895 ont montré que l'application était rationnelle, et qu'elle pourrait se développer dans certaines grandes villes, partout où des municipalités d'un goût exagérément esthétique, se refusent à laisser installer des conducteurs aériens. Nous suivrons avec intérêt ce nouvel avatar de la traction électrique, et nous tiendrons nos lecteurs au courant des résultats obtenus. É. H.

Pour gagner de la place sur les tableaux, nous avons dû adopter certaines abréviations qui se devinent à la lecture. Voici la signification des autres :

A. E. G. *Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.*
U. E. G. *Union Elektricitäts Gesellschaft.*

ÉTATS ET VILLES.	CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS.	CONSTRUCTEURS ET SYSTÈMES ADOPTÉS.	ANNÉE.	LIGNE — LONGUEUR.	VOIE — NATURE ET LARGEUR.	RAILS — TYPE ET POIDS.	RAMPE MAXIMA.	COURBES
				km.	m.	kg : m.	p. 100.	m
Allemagne.								
Lichterfelde (près Berlin).	Siemens et Halske.	Siemens et Halske	Mai 1881.	3,6	unique de 1,00.	»	1,0	30
Francfort-Offenbach.	*Frankfurt-Offenbacher Trambahn Gesellschaft.*	Siemens et Halske	Avril 1884.	6,7	unique de 1,00.	»	3,3	30
Halle	*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.*	A. E. G. *Système Sprague*	Mai 1891. Sept. 1892.	7,8 4,8	unique de 1,00.	Haarmann. Phénix 7 B.	5,0	15
Géra.	*Geraer Strassenbahn Aktiengesellschaft*	A. E. G. *Système Sprague*	Févr. 1892.	9,4	unique de 1,00.	Phénix 7 B.	5,0	[illegible]
Brême	*Bremer Strassenbahn Gesellschaft.*	U. E. G. *Syst. Thomson-Houston.*	Mai 1892.	11,7	9,4 km unique 2,3 km double } de 1,435	Phénix.	2,0	20
Hanovre	*The tramways Cº of Germania.*	Siemens et Halske	Mai 1893.	12,0	unique	»	1,9	[illegible]
Breslau	*Breslauer elektr. strassbahn Gesellschaft*	A. E. G. *Système Sprague*	Juin 1893.	17,6	unique de 1,435	Phénix et Hoerde.	2,5	[illegible]
Dresde.	*Deutsche Strassenbahn Gesellschaft*	Siemens et Halske	Juillet 1893.	6,0	unique	»	5,0	15
Remscheid.	*Remscheider Strassenbahn Gesellschaft.*	U. E. G. *Syst. Thomson-Houston.*	Juillet 1893.	8,4	unique de 1,00.	Phénix de 34.	10,6	18
Barmen.	*Barmer Bergbahn Actiengesellschaft*	Siemens et Halske	Août 1893.	1,7	double	»	16,8	150
			1894.	1,7	double	»	2	150
(Heckinghausen).	Ville de Barmen		1894.	2,4	»	»	7	22
Essen. Altenessen-Essen B. M. gare.	*Consortium Darmstadt Bank, M. Bachstein.*	A. E. G. *Système Sprague*	Août 1893.	12,3	unique de 1,00.	Haarmann.	6,5	[illegible]
Essen B., Bredney et Altenessen - Nordstern.			1894.	6,0	unique de 1,00.	Haarmann	5	[illegible]
Hambourg.	Société des chemins de fer vicinaux de Hambourg.	U. E. G. *Syst. Thomson-Houston*	Mars 1894.	80,0	double de 1,435	Phénix et Culin.	5,0	18
Gotha	Société électrique par actions de Francfort	U. E. G. *Syst. Thomson-Houston*	Mai 1894.	2,6	unique de 1,00.	Phénix.	4,0	18
Erfurt.	Société électrique des tramways d'Erfurt.	U. E. G. *Syst. Thomson-Houston*	Juin 1894.	10,5	unique de 1,00.	Haarmann et Phénix	6,0	15
Mulhouse.	Société anonyme des tramways de Mulhouse.	Siemens et Halske	1894.	4,0	»	»	2,6	15
Bochum-Herne.	Bochum-Herner Strassenbahn	Siemens et Halske	1894.	7,8	»	»	1,96	16
Lubeck.	Société de tramways et de chemins de fer d'intérêt local	A. E. G. *Système Sprague*	1894.	9,87	unique de 1,10	Phénix.	5	[illegible]
	»	A. E. G. *Système Sprague.*	1895.	4	unique de 1,10.	Phénix.	2	[illegible]
Chemnitz.	Société de tramways et de chemins de fer d'intérêt local	A. E. G. *Système Sprague*	1893.	14,8	unique de 0,915	Phénix.	3,33	[illegible]
Dortmund.	Société de tramways et de chemins de fer d'intérêt local	A. E. G. *Système Sprague*	1894.	15,7	unique de 1,435.	Hœrde de 29.	2,5	[illegible]
Zwickau	*Zwickauer Elektricitätswerke.*	Schuckert et Cie	Juin 1894.	4,0	voie simple de 1,00.	Phénix.	35	[illegible]
Dresde (Blasewitz).	*Dresdener Strassenbahn*	Kummer et Cie à Dresde.	Nov. 1893.	4,0	unique de 1,5	Phénix de 95	3	12
Dresde.	»	U. E. G.	1895.	9,0	double de 1,44.	»	»	[illegible]
Berlin. Gesundbrunnen-Pankow.	Siemens et Halske.	Siemens et Halske	Mai 1895.	3,5	»	Hœrde de 95.	3,3	25
Plauen.	»	A. E. G. *Système Sprague*	1894.	5,2	unique de 1,00.	Phénix.	8,3	[illegible]
Königsberg	»	A. E. G. *Système Sprague*	1895.	5,5	unique de 1,00.	Phénix.	4	[illegible]

MOTEURS — [NO]MBRE, NATURE ET PUISSANCE.	PUISSANCE MOTRICE TOTALE.	DYNAMOS — NOMBRE, TYPE ET PUISSANCE.	POTENTIEL DE DISTRIBUTION.	TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE MODE EMPLOYÉ.	VOITURES — NOMBRE ET FONCTIONS.	ÉLECTROMOTEURS — NOMBRE PAR VOITURE ET PUISSANCE.	OBSERVATIONS.
KW.	KW.	KW.	volts.			KW.	
eur de 22 . .	44	2 Siemens à tambour de 21	165	conducteur aérien ; retour par rails .	4 automotrices. .	»	Ligne transformée en 1893. 100 800 voitures-km en 1892. Traction, 0,295 fr : voiture-km.
eur de 30 . .	120	4 Siemens à tambour de 21	500	conducteur aérien tubulaire	10 automotrices . 6 remorquées. .	»	523 430 voitures-km en 1891-1892. Traction, 0,247 fr : voiture-km.
eur de 150 . .	260	2 A. E. G. de 60 . .	500	conducteur aérien .	25 automotrices. . 15 remorquées. . 10 automotrices .	2 de 9	Vitesse moyenne, 9 km : heure. En projet, extension du réseau.
eur de 150 . .	390	6 A. E. G. de 60 . .	500	conducteur aérien .	18 automotrices . 16 remorquées. .	2 de 9	Énergie disponible utilisée pour éclairage et force motrice.
Intosh de 110.	330	3 T. H. de 100 . . .	500	conducteur aérien ; trolley	25 automotrices . 18 remorquées. .	1 de 11.	Vitesse moyenne, 10 et 14 km : heure.
eur.	300	2 à pôles intérieurs de 150	500	conducteur aérien .	18 automotrices . 32 remorquées. .	»	
eur de 150 .	450	6 A. E. G.	500	conducteur aérien .	40 automotrices . 25 remorquées. .	2 de 9	
eur.	200	2 à pôles intérieurs de 90.	500	conducteur aérien .	16 automotrices . 16 remorquées. .	»	En projet, prolongement de la ligne vers Loschwitz.
Intosh de 150.	440	4 T. H. de 100 . . .	500	conducteur aérien ; trolley	18 automotrices .	2 de 11.	Ligne exceptionnellement accidentée.
eur.	300	2 à pôles intérieurs de 150	500	conducteur souterrain	8 automotrices. .	»	Crémaillère.
»	»	3 Siemens de 147 . .	500	crémaillère conducteur aérien . . .	8 automotrices. .	»	
»	»	Usine de la Crémaillère	500	»	6 automotrices. .	»	
eur de 150 . .	300	4 A. E. G.	500	conducteur aérien .	13 automotrices . 6 remorquées . .	2 de 11.	
apeur de 150 .	300	4 A. E. G.	500	conducteur aérien .	11 automotrices . 11 remorquées. .	2 de 11.	
»	»	»	500	conducteur aérien et trolley	247 automotrices et remorquées.	1 de 18.	Puissance électrique fournie par l'usine municipale.
»	»	»	500	conducteur aérien et trolley	6 automotrices. .	1.	Puissance électrique fournie par l'usine municipale.
Intosh de 110.	330	3 Thomson-Houston .	500	conducteur aérien et trolley	29 automotrices et remorquées . .	1.	
»	»	»	500	conducteur aérien ; retour par rails. .	9 automotrices. .	»	Puissance électrique fournie par la station centrale de Mulhouse.
»	»	2 Siemens de 55. . .	500	conducteur aérien ; retour par rails .	5 automotrices. .	»	
apeur de 110.	330	6 A. E. G.	500	conducteur aérien .	24 automotrices . 20 remorquées. .	2 électromoteurs.	
»	»	2 A. E. G.	500	conducteur aérien .	4 automotrices. .	2 électromoteurs.	
apeur de 125 .	250	4 A. E. G.	500	conducteur aérien .	28 automotrices . 20 remorquées. .	2 électromoteurs.	
apeur de 150.	450	4 A. E. G.	500	conducteur aérien .	30 automotrices . 20 remorquées. .	2 électromoteurs.	
eur.	220	2 Schuckert.	500	conducteur aérien et trolley	11 automotrices .	2 de 7.	
eur vert. com-nd à condens. 125	250	4 couplées directement	500	conducteur aérien et trolley	9 automotrices. . 9 remorquées . .	2.	Vitesse maxima de 25 km : heure.
»	»	»	»	»	5 automotrices. .	»	
eur de 70 . .	140	2 Siemens de 65. . .	500	conducteur aérien ; retour par rails .	8 automotrices. .	»	
eur de 75 . .	150	2 de 60	500	conducteur aérien .	9 automotrices. .	2 électromoteurs.	
eur de 80 . .	80	1 de 60	500	conducteur aérien .	10 automotrices .	9 voitures à 1 électromoteur, 2 à 2 électromot. .	

ÉTATS ET VILLES.	CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS.	CONSTRUCTEURS ET SYSTÈMES ADOPTÉS.	ANNÉE.	LIGNE — LONGUEUR.	VOIE — NATURE ET LARGEUR.	RAILS — TYPE ET POIDS.	RAMPE MAXIMA.	COURBES
				km.	m.	kg. : m.	p. 100.	m
ALTENBOURG	»	A. E. G. *Système Sprague*	1895	4,1	unique de 1,00	Phénix	9,0	1
STRASBOURG	»	A. E. G. *Système Sprague*	1895	7,85	unique de 1,435	Demerbe et Zwillingsschien	1,04	1
STUTTGARD	»	A. E. G. *Système Sprague*	1895	23,3	unique de 1,00	Haarmann et Hartwig	1,0	1
SPANDAU	»	A. E. G. *Système Sprague*	1895	11,5	unique de 1,00	Hœrde	0,5	
MECKLEMBOURG	*Mecklembeuren Fettnang.*	Ateliers de construction d'Oerlikon	1895	4,4	unique de 1,435	Vignole	20,0	16
AIX-LA-CHAPELLE	»	Schuckert et Cie	1895	37,8	unique de 1,00	»	11,0	2
DUSSELDORF	»	Schuckert et Cie	1895	7,0	unique de 1,435	»	»	1
ELBING	»	U. E. G.	1895	3,8	simple de 1,00	Broca	4,0	11
MUNICH	»	U. E. G.	1895	2,6 3,5	double de 1,435	»	2,0	14
Angleterre.								
PORTRUSH-BUSHMILLS	*Giants Causeway Portrush Tramways C°*	Siemens Brothers	Sept. 1883	9,6	unique de 0,914	double champignon de 20,8	3,3	»
BLACKPOOL	*The Blackpool Corporation.*	Elwell-Parker. *Système Holroyd Smith*	1883	3,2	unique de 1,435	»	2,5	19,1
RYDE PIER (île de Wight).	Société locale	Siemens Brothers	1883	1,2	unique	»	»	»
BRIGHTON	M. Magnus Volk	*Système Magnus Volk.*	Août 1884	1,6	unique de 0,938	»	3,5	»
BESSBROOK-NEWRY (Irlande)	*Bessbrook-Newry Tramway C°*	Mather et Platt. *Système Hopkinson*	Oct. 1885	5,0	unique de 0,914	»	2,0	16,[illegible]
BIRMINGHAM	*Birmingham Central Tramway C°*	Elwell-Parker	1890	4,8	double et unique	»	3,1	12,[illegible]
SOUTHEND PIER	Société locale	Crompton	Août 1890	1,2	unique de 1,06	Vignole	»	»
LONDRES	*City and South London Railway C°*	Mather et Platt. *Système Hopkinson*	Déc. 1890	5,1	double de 1,435 (en deux tunnels)	»	3,3	»
CARSTAIRS	J. Monteith	*Syst. Anderson Munro.*	1891	2,0	»	»	»	»
LEEDS	*Roundhay Electric Tramway C°*	*Syst. Thomson-Houston.*	Déc. 1891.	9,0	6,0 km unique, 3,0 km double de 1,435	de 45	5,0	»
PETER PORT (Guernesey).	*Guernsey Tramway C°.*	Siemens Brothers	Avril 1892	2,9	unique de 1,435	champignon et orn. de 20	2,5	22,1
WALSALL, WEDNESBURY, BLOXWICH, DARLASTON.	*South Staffordshire Tramway C°*	*The Electric Construction Corporation*	Déc. 1892	12,0	unique	»	5,0	»
LIVERPOOL	*Liverpool Overhead Railway C°*	*The Electric Construction Corporation. Système Hopkinson*	Févr. 1893	10,0	double	»	3,3	»
DOUGLAS AND LAXEY	*The Isle of Man Tramway and Electrical Power C°.*	Mather et Platt. *Système Hopkinson*	Juillet 1894	11,2	double de 0,90	»	5,0	30,4
LAXEY-MONT-SNAEFELL (île de Man)	*The Isle of Man Tramway and Electrical Power C°.*	Mather et Platt. *Système Hopkinson*	1895	8,0	double de 1,00 avec rail central, syst. Fell	Vignole	8,3	200,0
BRISTOL	*The Bristol Tramways and Carriage C°*	*Syst. Thomson-Houston*	1895	6,4	simple de 1,44	Vignole de 38	6,7	»
COVENTRY	*Coventry Electric Tramway*	»	»	9,12	»	»	»	[illegible]
SOUTHEND-PIER	*Southend Corporation*	»	»	2,0	»	»	»	

[M]OTEURS — [NOM]BRE, NATURE ET [P]UISSANCE.	PUISSANCE MOTRICE TOTALE.	DYNAMOS — NOMBRE, TYPE ET PUISSANCE.	POTENTIEL DE DISTRIBUTION.	TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE MODE EMPLOYÉ.	VOITURES — NOMBRE ET FONCTIONS.	ÉLECTROMOTEURS — NOMBRE PAR VOITURE ET PUISSANCE.	OBSERVATIONS.
KW.	KW.	KW.	volts.			KW.	
ur de 80 . .	240	6 A. E. G.	500	conducteur aérien .	7 automotrices. .	2 électromoteurs.	
ur de 70 . .	210	3 A E. G.	500	conducteur aérien .	14 automotrices . 18 remorquées. .	12 à 1 électromoteur, 2 à 2 électromoteurs. . .	
»	»	»	500	conducteur aérien .	29 automotrices . 29 remorquées. .	2 électromoteurs.	Puissance électrique fournie par la station centrale.
ur de 100 . .	200	2 A. E. G.	500	conducteur aérien .	24 automotrices . 20 remorquées. .	1 électromoteur .	
ines Jonval de et 2 vap. ré- c.	180	2 Oerlikon de 44 . .	500	conducteur aérien .	33 automotrices .	2 de 15.	La station fournit également l'éclairage de la ville.
»	300	2 Schuckert.	500	conducteur aérien .	40 automotrices .	2 de 10 kw . . .	Puissance électrique fournie par la station centrale.
urs à vap. .	210	2 Schuckert de 100 .	500	conducteur aérien .	8 automotrices. .	2 de 10 kw . . .	Les anciennes voitures à traction animale sont remorquées.
à vap. de 110	220	2 Thomson - Houston de 100.	500	conducteur aérien .	10 automotrices . 5 remorquées . .	1 électromoteur .	
»	»	»	500	conducteur aérien .	20 automotrices . 20 remorquées. .	1 électromoteur .	La puissance motrice est fournie par la station centrale.
ines de 37. .	74	2 Siemens D. S. D_{00}	250	cond. rail T à 0,483 m au-dessus du sol; 9,4 kg par m . .	5 automotrices. . 2 remorquées . .	Siemens D_2 . . .	Traction, 0,20 fr par voiture-km.
ur de 52 . .	104	4 Elwell-Park. de 54.	230	conducteur souterrain dans un chenal central . . .	10 automotrices .	»	Voitures de 30 et de 56 places.
[.] de 9 . . .	9	1 Siemens de 7,2 . .	120	conducteur rail central	1 automotrice . .	»	Coût d'installation, 32 000 fr. Succès financier obtenu.
[.] de 6 et de 9.	15	2 Siemens de 4 . . .	160	conducteur rail central	2 automotrices. .	1 Siemens. . . .	Voie littorale détruite en 1883, reconstruite en 1884.
ine de 46 . .	46	2 Edison-Hopk. de 18.	250	cond. rail central en acier mangan. . .	2 automotrices. . 22 wagonnets . .	1 Ed.-H. de 15 .	1 voiture automatique remorquant 3-4 wagonnets. Traction, 0,41 fr par voiture-km.
[.]y-Pax. de 30.	60	2 Elwell-P. de 60 . .	200	96 acc. Epstein de 90 A. h.	12 automotrices . 2 remorquées . .	2 de 11.	Exploitation 1891-1892, *perte* de 13,87 centimes par voiture-km.
Paxmann . .	»	Crompton de 30. . .	200	cond. central en cuivre de 50 mm² sect.	1 automotrice . .	»	Vitesse moyenne, 25 km : heure.
[.]wler de 300	900	3 Edison-Hopk. 225 .	500	conducteur central rail acier	14 locomotives. .	2 Ed.-H. de 37 .	8 trains de 1 locom. et 3 wag. de 34 pl. constamment en service. En 1892, 0,40 fr par train-km.
»	»	»	»	»	»	»	
ntosh de 150.	150	2 Thomson de 62 . .	300	conducteur aérien; trolley	6 automotrices. . 2 remorquées . .	2 de 11.	Première application du trolley en Angleterre.
hall de 75. .	150	2 Siemens de 50. . .	500	conducteur aérien; trolley	3 de 52 places . . 4 de 68 places . .	1 Siemens de 11. 2 Siemens de 11.	Voitures de 68 places montées sur bogies.
ss de 95 . .	285	2 Elwell-Parker de 90.	350	cond. aérien latéral à la voie; trolley.	16 automotrices .	2 de 11.	Vitesse moyenne : 14 km : heure.
iss de 300. .	1200	4 Elwell-Park. de 237.	500	conducteur en acier form. rail central.	40 automotrices .	1 de 24.	Voie aérienne à 4,5 m du sol; trains de 2 voitures de 56 places.
ur compound 5.	225	3 Mather et Platt de 50.	500	2 conduct. aériens, 2 barres collectrices (syst. Hopkinson) .	9 automotrices. . 12 remorquées. .	2 Edison-Hopkinson	Batterie d'accumulateurs à Groundle de 540 A-h.
ur compound 0.	450	5 Edison-Hopk. de 70.	500	1 cond. aérien, avec barres collectrices (syst. Hopkinson).	6 automotrices. .	4 Mather et Platt de 18.	Voitures de 48 places à 2 bogies. Batterie d'acc. à Laxey de 600 A-h.
[.]eur Willans 18.	350	3 Thomson-H. de 100.	500	conducteur aérien et trolley	12 automotrices . 12 remorquées. .	2 de 15.	Batterie d'acc. en dérivation. Vitesse moyenne 13 km : heure.
»	»	»	500	conducteur aérien et trolley	»	»	
»	»	»	500	rail central (syst. Crompton). . . .	»	»	

ÉTATS ET VILLES.	CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS.	CONSTRUCTEURS ET SYSTÈMES ADOPTÉS.	ANNÉE.	LIGNE — LONGUEUR.	VOIE — NATURE ET LARGEUR.	RAILS — TYPE ET POIDS.	RAMPE MAXIMA.	COURBES
				km.	m.	kg. : m.	p. 100.	m.
Autriche-Hongrie.								
MÖDLING-VIENNE	*K. K. priv. Sudbahn Gesellschaft*	Siemens et Halske	Oct. 1883.	4,5	unique de 1,00.	»	1,5	50
VIENNE-HUTTELDORF Westbahn (ligne d'essai)	»	»	1895.	5,84	»	»	3,6	»
BUDAPEST.								
Réseau urbain.	*Budapester Electr. Stadtbahn Actiengesellschaft.*	Siemens et Halske	1889.	12,8	double	Haarmann	1,6	22
Ligne du Cimetière	*Budapester Electr. Stadtbahn Actiengesellschaft.*	Siemens et Halske	1893.	5,2	double	»	2,0	50
Idem	*Budapester Electr. Stadtbahn Actiengesellschaft.*	Siemens et Halske	1894.	5,5	unique	»	2,0	48
LEMBERG	Siemens et Halske.	Siemens et Halske	1893.	5,9	double	»	10,0	15
			1894.	8,5	double	»	6,8	15
BADEN	Franz Fischer.	*Système Schuckert*	1894.	8,0	simple de 1,435	Phénix et Vignole.	30	20
GMUNDEN	Egger et Cie.	U. E. G.	1895.	2,6	unique	»	9,5	40
TEPLITZ-EICHWALD	*Internationale Elektricitäts-Gesellschaft* (Vienne)	U. E. G.	1895.	9,0	simple de 1,00.	Broca	5,0	»
HAGEN	»	»	1895.	3,12	unique de 1,00.	»	4,0	15
Belgique.								
LIÈGE-HERSTAL	Société des tramways liégeois	*Syst. Thomson-Houston*	1893.	3,2	unique de 1,435	Demerbe de 32.	3,4	»
BRUXELLES	Société anonyme des tramways de Bruxelles.	*Syst. Thomson-Houston.*	1894.	10,2	double de 1,435.	Broca	6,2	20
	Société nationale des chemins de fer vicinaux.	*Syst. Thomson-Houston*	1894.	11,5	simple de 1,00.	Vignole	6,2	50
Bosnie.								
SARAJEVO	Gouvernement provincial de Bosnie.	Siemens et Halske	Mai 1895.	5,6	unique avec évitements.	»	3,0	»
Espagne.								
BILBAO	»	*Syst. Thomson-Houston*	1891.	14,0	unique de 1,37.	»	7,0	»
BILBAO-SANTURCE.	»	A. E. G. *Système Sprague*	1895.	15,0	unique de 1,37.	Phénix.	5,0	»
France.								
CLERMONT-FERRAND à ROYAT	Compagnie des tramways électriques de Clermont-Ferrand	Compagnie l'Industrie électrique. *Système Thury.*	1890.	7,3	unique	Marsillon de 36.	5,3	»
MARSEILLE.	Compagnie générale française de tramways.	Ateliers Oerlikon.	Mai 1892.	6,0	double de 1,435.	Humbert de 27	6,0	20
PARIS.								
Madeleine-Saint-Denis.	Société des tramways de Paris et du département de la Seine	»	1892.	8,4	double de 1,44	Broca de 42 et Vignole de 22	2,5	»
Opéra-Saint-Denis.	Société des tramways de Paris et du département de la Seine	»	1893.	9,2	et	Broca de 42 et Vignole de 22	2,0	20
Saint-Denis-Neuilly.	Société des tramways de Paris et du département de la Seine	»	Mai 1893.	6,0	unique de 1,44	Broca de 42 et Vignole de 22		
SALÈVE.	Société des chemins de fer du Salève, à Genève	Compagnie de l'Industrie électrique, de Genève.	Déc. 1892.	5,7	unique de 1,00. Crémaillère Abt.	Vignole de 15,5.	25,0	[illegible]
BORDEAUX-BOUSCAT au VIGEAN.	Compagnie du tramway de Bordeaux-Bouscat au Vigean	Compagnie française Thomson-Houston.	Déc. 1893.	4,8	unique de 1,00.	Humbert, Vignole.	1,5	40

MOTEURS — NOMBRE, NATURE ET PUISSANCE.	PUISSANCE MOTRICE TOTALE.	DYNAMOS — NOMBRE, TYPE ET PUISSANCE.	POTENTIEL DE DISTRIBUTION.	TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE MODE EMPLOYÉ.	VOITURES — NOMBRE ET FONCTIONS.	ÉLECTROMOTEURS — NOMBRE PAR VOITURE ET PUISSANCE.	OBSERVATIONS.
KW.	KW.	KW.	volts.			KW.	
apeur de 11 . . apeur de 110. .	140	3 Siemens de 30. . .	500	conducteur aérien tubulaire.	8 automotrices. . 7 remorquées . .	1	126 825 voitures-km et 378 242 voyageurs en 1892. Traction, 0,172 fr par voiture-km. Vitesse moyenne, 19 km : heure.
»	»	»	»	156 acc. Waddel-Entz	»	»	
apeur de 75 . . apeur de 150. .	675	3 Siemens de 75. . . 3 Siemens de 150 . .	500	c. souter. dans canal sous un des rails.	70 automotrices .	»	2 100 000 voitures-km et 10 714 661 voyageurs en 1892.
»	250	1 Siem. pôles int. 250.	500	conducteur aérien .	20 automotrices .	»	
apeur compound e 150	300	2 Siemens pôles intérieurs de 150 . . .	500	conducteur aérien .	16 automotrices .	»	
»	294	2 Siemens de 147 . .	500	»	16 automotrices .	»	
apeur	250	3 Schuckert de 50. .	500	conducteur aérien .	11 automotrices . 15 remorquées. .	2 de 10.	
Armington-Sims e 30.	60	2 Th.-Houston de 30 .	550	conducteur aérien .	3 automotrices. .	2 de 15.	Vitesse 25 km : heure en palier, 8 km : heure sur rampe max.
»	»	»	500	conducteur aérien et trolley	8 automotrices. .	2 électromoteurs.	
»	»	»	»	88 acc. Waddel-Entz.	5 automotrices. .	1 de 11.	Vitesse moyenne 8 à 9 km : heure.
[illegible]erta de 45 . .	90	2 à 4 pôles de 55 . .	550	conducteur aérien; trolley	1 automotrice . .	1 de 18,5. . . .	
[illegible]ur à condens. e 110	550	5 Thomson-Houston de 100	500	conducteur aérien et trolley	29 automotrices . 29 remorquées. .	2 électromoteurs.	
[illegible]p. de 110, 1 vap. [illegible]e 150 à condens.	480	3 Th.-Houston de 100. 1 Th.-Houston de 150.	500	conducteur aérien et trolley	18 automotrices . 18 remorquées. .	2 électromoteurs .	
ap. de 75. . . .	75	1 Siemens de 70. . .	300	conducteur aérien, retour par rails. .	1 locomotive. . . 5 voit. automotr. .	»	Réserve constituée par les dynamos de l'éclairage de même puissance.
Mc Intosh compound de 105 . .	210	2 T.-H. de 100 . . .	500	conducteur aérien; trolley	12 automotrices .	2 de 18,5. . . .	
ap. de 130 . . .	390	3 A. E. G.	500	conducteur aérien .	14 automotrices . 35 remorquées. .	2 électromoteurs .	
apeur horiz. 110. ompound 260. .	370	2 Thury { 105. . . . 165. . . .	500	conducteur aérien; trolley	20 automotrices .	1 de 17.	2 415 906 voyageurs transportés et 334 550 fr de recettes brutes en 1892; 344 218 fr en 1893.
[illegible] de Herschove .	560	Oerlikon 4 pôles { 2 de 200. . 1 de 100. .	550	conducteur aérien en 4 sections; feeders; trolley	18 automotrices de 60 places . . .	2 Oerlikon de 15.	3 712 714 voyageurs transportés, 590 835 voitures-km et 536 216 fr de recettes brutes en 1893. Traction, 0,26-0,28 fr : voiture-km.
[illegible]orliss de 92. . . »	276 »	3 Desroziers de 60. . »	200 200	108 acc. L. Cély 4 groupes de Capacité 250 [illegible]	[illegible]	[illegible] 2 Manchester de 10	Usine de charge à Saint-Denis.
turbines Rieter de 185	370	2 Thury de 165 . . . 1 excitatrice de 15. .	600	feeders aériens [illegible] rail isolé . .	[illegible]	[illegible] Thury à 4 pôles de 25.	Dynamos à 12 pôles et 12 balais, induit de 2,5 m de diamètre à axe vertical. Poids de la dynamo, 19 tonnes.
Mc Intosh de 110.	220	2 Thomson-Houston hypercomp. de 100.	550	conducteur [illegible] trolley .	[illegible]	[illegible]son-H. de . .	Trains de 2 voitures, dont 1 remorquée.

ÉTATS ET VILLES.	CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS.	CONSTRUCTEURS ET SYSTÈMES ADOPTÉS.	ANNÉE.	LIGNE — LONGUEUR.	VOIE — NATURE ET LARGEURS.	RAILS — TYPE ET POIDS.	RAMPE MAXIMA.	COURBES
				km.	m.	kg : m.	p. 100.	m.
LYON.								
Oullins.	Compagnie générale des omnibus et tramways de Lyon	Compagnie française Thomson-Houston	Avril 1894 .	5,9	double et unique de 1,44	Marsillon de 36. .	6	[illegible]
Saint-Genis-Laval . .			Oct. 1894. .	2,06		Vignole de 20. . .	6,5	[illegible]
Vaise-Écully.	M. Gindre de Lyon	Compagnie de l'Industrie électrique de Genève . .	Oct. 1894. .	3.2	unique de 1,00	Marsillon de 12 kg.	6,6	[illegible]
Saint-Fons	Compagnie des omnibus et tramways de Lyon. . . .	Compagnie française Thomson-Houston.	1895. . . .	9,1	double de 1,44.	Marsillon de 18 . . Vignole de 20. . .	4,3	[illegible]
LE HAVRE.								
Jetée-Graville. . . .	Compagnie générale française de tramways. . . .	Compagnie française Thomson-Houston.	Août 1894. .	5,3	double et unique de 1,45. . .	Humbert de 27 . .	4,3	[illegible]
Rond-Point à Sainte-Adresse				4,9				
Grand Quai à Grands Bassins.				3,8				
ROUBAIX-TOURCOING . . .	Compagnie nouvelle des tramways de Roubaix-Tourcoing	Compagnie française Thomson-Houston.	»	20,2	simple de 1,00.	Broca de 36 . . .	3	[illegible]
DIJON	Compagnie des tramways électriques de Dijon. . .	A. Grammont. *Système Thury*	1er janv. 1895	12,40	voie unique de 1,00 . .	Marsillon, rails et contre-rails de 20 kg	3,5	[illegible]
NICE.	Société anonyme du tramway de Nice à Cimiez . .	G. Averly et J. Weitz. .	1895. . . .	4,0	»	»	»	
TOULON.	Société anonyme d'électricité.	Bouckaert et Cie (Bruxelles)	1895. . . .	11,5	«	»	»	
LE RAINCY	Compagnie du tramway du Raincy à Montfermeil . .	Compagnie française Thomson-Houston.	1895. . . .	5,5	unique de 1,00.	Vignole de 16. . . Marsillon de 32 . .	4,5	[illegible]
Hollande.								
LA HAYE-SCHEVENINGEN .	*Haagsche Tramwey Maatschappij*.	»	1890. . . .	3,2	unique	»	5,0	[illegible]
Irlande.								
DUBLIN.	Compagnie des tramways de Dublin.	Compagnie française Thomson-Houston.	1895. . . .	13,0	double de 1,57.	Vignole de 38. . .	6,25	[illegible]
Italie.								
FLORENCE-FIESOLE. . . .	*Chianti and Florentine hills railway C°*. .	*Systèmes Sprague et Thomson-Houston* . .	Sept. 1890 .	7,3	unique de 1,435	Phénix, Vignole de 24. . .	8,0	[illegible]
GÊNES (Piazza Varrone-Piazza Manin). . . .	Bucher et Durrer	Siemens et Halske	1892. . . .	2,0	»	»	8,3	[illegible]
GÊNES	»	A. E. G. *Système Sprague*	1895. . . .	11,32	unique de 1.00.	Phénix.	8,3	[illegible]
ROME (Villa Borghèse-Porta Pinciana) . . .	»	*Système Cattori*.	Juin 1893.	0,75	»	»	»	[illegible]
ROME	Compagnie des omnibus et tramways de Rome . . .	Compagnie française Thomson-Houston.	1895. . . .	2,8	double de 1,445	Phénix de 33. . .	8,37	[illegible]
MILAN (Piazza del Duomo-Corso Sempione . . .	*Società generale italiana di elettricità. Sist. Edison*.	Compagnie française Thomson-Houston	Nov. 1893. .	3,0	double de 1,445	Phénix	4,0	[illegible]
Musocco	*Società generale italiana di elettricità Sist. Edison*.	Compagnie française Thomson-Houston.	15 févr. 1895	6,1	simple de 1,445	Vignole de 18. . .	2,5	[illegible]
VARÈSE.	Société des tramways de Varèze.	Compagnie française Thomson-Houston.	1895. . . .	6,4	unique de 1,10.	Vignole de 21 . . . Phénix de 33 . . .	7,5	[illegible]
Norvège.								
CHRISTIANIA	Société locale.	A. E. G. *Système Sprague*	1894 . . .	7,5	unique de 1,435	Phénix.	6	»

MOTEURS — [NOM]BRE, NATURE ET PUISSANCE.	PUISSANCE MOTRICE TOTALE	DYNAMOS — NOMBRE, TYPE ET PUISSANCE.	POTENTIEL DE DISTRIBUTION.	TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE MODE EMPLOYÉ.	VOITURES — NOMBRE ET FONCTIONS.	ÉLECTROMOTEURS — NOMBRE PAR VOITURE ET PUISSANCE.	OBSERVATIONS.
KW.	KW.	KW.	volts.			KW.	
. horiz. de 110.	220	2 Thomson-Houston de 100.	550	conducteur aérien et trolley	10 automotrices . 5 remorquées . .	2 Thomson-Houston de 18 kw. .	Trains de 2 voitures, dont 1 remorquée. Vitesse en palier 20 km : heure.
[...]eur de 80 De-[...]nge et Satre .	80	1 Thury de 75. . . .	550	conducteur aérien et trolley	5 automotrices de 34 places . . .	2 de 15.	Vitesse moyenne 17 km : heure.
[...]eur à condens. [...]uet de 110. .	200	2 Thomson-Houston de 100.	500	conducteur aérien et trolley	10 automotrices . 5 remorquées . .	2 de 20.	Transformation d'une ligne à vapeur.
[...]liss de 300. .	900	3 Thomson-Houston de 300.	550	conducteur aérien et trolley	15 automotrices . 16 automotrices . 9 automotrices .	1 Thomson-H. . . 1 Thomson-H. de 18 kw. . . . . 2 Thomson-H. de 18 kw.	Vitesse en palier 20 km : heure.
[...]liss de 110. .	330	3 Thomson-Houston de 100.	500	conducteur aérien et trolley	30 automotrices . 10 remorquées. .	1 Thomson-H. de 18 kw.	
[...]eur à condens. [...]net de 300 . .	370	2 Thury de 165 . .	550	ligne aérienne, accumulateurs. . . .	25 automotrices de 36 places . . .	1 électromoteur Thury de 15. .	Vitesse moyenne 15 km : heure.
[...]. de 40 . . .	80	2 dynamos de 200 A. 200 V	200	90 acc L. Cély. cap. 150 A-h.	5 automotrices de 34 places . . .	2 de 20.	
[...]. de 200. . .	450	3 dynamos de 150. .	500	conducteur aérien et trolley	24 automotrices .	2 de 11.	
. Garnier de 75.	150	2 Thomson-Houston de 62	500	conducteur aérien et trolley	4 automotrices de 40 places . . .	2 de 18.	Vitesse 12 km : heure sur rampe max. Transformation d'une ligne à vapeur.
[...]eur à condens. 160 kw . . .	320	3 Silvertown	200 400	accumulat. Julien et Menges, capacité 100 A-h. . .	14 automotrices . 2 remorquées . .	2 électromoteurs 1 par boggie, roues couplées .	Vitesse moyenne 20 km : heure.
. de 110. . .	440	2 Th.-Houston de 100, 2 Th.-H. triphasées de 120	500 3000 (triph.)	fil aérien et trolley.	25 automotrices .	2 électromoteurs .	2 sous-stations avec transformateurs de 60 kw pour courant triphasé.
[...]eur de 92 . .	184	3 Thomson-Houston de 80	500	conducteur | aérien ; trolley	10 automotrices de 24 places . . .	2 Thomson-H. de 15.	
[...]eur de 110. .	220	2 Siemens à pôles intérieurs de 110 . .	525	conducteur aérien ; trolley	4 automotrices. .	2 Siemens de 13,5.	Développement projeté de la ligne.
[...]eur de 300 . .	600	2 A. E. G.	500	conducteur aérien .	30 automotrices .	2 électromoteurs .	
[...]eur de 48 . .	96	2 Manchest. de 40 à intensité constante de 50 A	Var.	»	3 automotrices. .	2 de 11.	Ligne exclusivement expérimentale.
[...]hydraulique de [...]oli.	240	3 transform. rotatifs Ganz de 80	500	conducteur aérien et trolley	14 automotrices .	2 Th.-H. de 11. .	Accumulateurs Tudor en dérivation.
[...]i de 110. . . [...]n.-Sims 110. .	220	2 Thomson-Houston de 100.	500	conducteur aérien ; trolley, feeder de 100 mm²de section	13 automotrices de 34 places . . .	1 Thomson-H. de 11.	Vitesse en palier 20 km : keure.
[...]ound-tandem [...]i	200	2 Thomson-Houston de 100.	500	conducteur aérien et trolley	6 automotrices. . 8 remorquées . .	1 Thomson-H de 11	
. Tosi de 66 .	130	2 Thomson-Houston. .	500	conducteur aérien et trolley	4 automotrices. . 4 remorquées . .	2 électromoteurs .	
[...]eur de 75 . .	225	3 A. E. G.	500	conducteur aérien .	15 automotrices . 7 remorquées . .	2 de 11. . . .	

ÉTATS ET VILLES.	CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS.	CONSTRUCTEURS ET SYSTÈMES ADOPTÉS.	ANNÉE.	LIGNE — LONGUEUR.	VOIE — NATURE ET LARGEUR.	RAILS — TYPE ET POIDS.	RAMPE MAXIMA.	COURBES
				km.	m.	kg : m.	p. 100.	
Portugal.								
Porto	Société des omnibus et tramways de Porto.	Compagnie française Thomson-Houston.	1895. . . .	2,8	simple de 1,44.	Vignole de 17 et 30.	0,0	
Roumanie.								
Bucarest	Société anonyme d'entreprise des travaux d'Herstal et de Liège.	Siemens et Halske	1894. . . .	5,43	simple et double	»	20	
Russie.								
Kiew	Société des tramways de Kiew	A. E. G. *Système Sprague*	Mai 1892. .	3,0	unique de 1,512	»	10,5	
(Prolongement) . . .	Société des tramways de Kiew	A. E. G. *Système Sprague*	1894. . . .	7,00	unique de 1,512	»	6	
Serbie.								
Belgrade (Topchider et Sava).	Compagnie serbe française .	Thomson-Houston.	Juin 1894. .	10	simple et double de 1,00.	Phénix et Vignole .	10	
Suisse.								
Vevey-Montreux. . . .	Société électrique de Vevey-Montreux.	Kummer et Cie à Dresde. .	1887. . . .	10,5	unique de 1,45. . . .	»	2,9	
Sissach-Gelterkinden . .	*Sissach-Gelterkinden Bahn*	Ateliers Oerlikon.	Avril 1891. .	3,3	unique de 1,00.	Vignole de 18. . .	1,5	
Grütsch-Mürren	*Berner Oberland Bahnen* .	Ateliers Oerlikon.	Juillet 1891 .	4,5	unique de 1,00.	Vignole de 17,5. .	5,0	
Mont Salvator	Bucher et Durrer	Bucher et Durrer.	»	1,65	voie simple de 1,00. . .	Crémaillère Abt de 86 kg	60	
Zurich	*Elektrische Strassenbahn, Zurich*	Ateliers Oerlikon.	Mars 1894. .	4,6	voie simple de 1,00. . .	Phénix de 33,6. .	6,2	
	Zentrale Zürichbergbahn .	Ateliers Oerlikon.	Févr. 1895 .	3,6	unique de 1,00	Horde de 33,8 . .	6,9	
Chavornay-Orbe	Société des Usines de l'Orbe.	Compagnie de l'Industrie électrique, de Genève. .	Avril 1894 .	4,0	voie unique normale . .	de 20,6 kg . . .	2,5	
Genève. Petit-Saconnex, Champel.	Compagnie générale des tramways suisses	Compagnie de l'Industrie électrique, de Genève. .	Sept. 1894 .	5,6	unique de 1,00.	Phénix.	5,5	
Bale.	Gouvernement du canton de Bâle.	Alioth et Siemens et Halske. . .	Mai 1895 . .	2,8	»	»	5,0	
Burgenstock (Burgenstock au lac des Quatre-Cantons [funiculaire]).	Bucher et Durrer.	Compagnie de l'Industrie électrique de Genève. .	1895. . . .	1,0	unique de 1,00 avec crémaillère Abt.	Vignole de 22,5. .	58	
Stans (tramway de Stansstadt à Stans). . . .	Bucher et Durrer.	Compagnie de l'Industrie électrique de Genève . .	1895. . . .	2,0	unique de 1,00.	Vignole de 22,5. .	»	
Stanserhorn (funiculaire de Stans au Stanserhorn, 3 lignes). . . .	Bucher et Durrer.	Compagnie de l'Industrie électrique de Genève. .	1895. . . .	3,7	unique de 1,00 avec crémaillère Abt.	Vignole de 22,5. .	60	

OTEURS — MBRE, NATURE ET PUISSANCE.	PUISSANCE MOTRICE TOTALE.	DYNAMOS — NOMBRE, TYPE ET PUISSANCE.	POTENTIEL DE DISTRIBUTION.	TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE MODE EMPLOYÉ.	VOITURES — NOMBRE ET FONCTIONS.	ÉLECTROMOTEURS — NOMBRE PAR VOITURE ET PUISSANCE.	OBSERVATIONS.
KW.	KW.	KW.	volts.			KW.	
p. Farcot de 110	110	1 Th.-Houston de 100.	500	conducteur aérien et trolley	3 automotrices. .	2 électromoteurs de 18.	
»	140	2 Siemens de 65. . .	500	conducteur aérien .	15 automotrices .	»	
gaz de 45. . .	90	2 A. E. G.	500	conducteur aérien .	6 automotrices. .	2 de 11.	
peur de 150. .	450	6 A. E. G.	500	conducteur aérien .	26 automotrices .	2 de 11.	
rliss	200	2 Thomson-Houston. .	500	conducteur aérien et trolley	11 automotrices . 6 remorquées . .	2 de 14.	La même station sert pour l'éclairage de Belgrade.
rbines Girard de 20	440	2 de 168, de 400 à 600 v	600	conducteur aérien double	19 automotrices .	»	Matériel construit en majeure partie par la *Société de Vevey-Montreux*.
rbine Jonval de 0.	50	1 compound de 35-40.	500	conducteur aérien ; trolley	1 locomotive, 4 trailers de 24 places.	2 de 18,5. . . .	Trains d'une locomotive remorquant, 2-3 *trailers* de 24 places; 2 trucks à marchandises. Traction, 0,30 fr : train-km.
urbine Escher-Wyss de 110 . .	110	1 Brown comp. de 90.	500	conducteur aérien; trolley, 6 feeders de 50 mm². . .	3 locomotives . . 2 trailers de 40 pl., 2 trucks à marchand.	2 de 22.	Train d'une locomotive remorquant, 1 *trailer* de 40 places. Traction, 0,20-0,25 fr : train-km.
turbine Escher-Wyss de 90 . . . apeur de 37 . .	96	2 Brown de 45 . . .	1800	conduct. aérien pour 2 réceptr. Brown actionnant le câble	voitures de 40 pl.	2 de 45.	Voitures mises en action par câble télédynamique recevant son mouvement des électromoteurs placés à mi-côte.
peur Oerlikon .	140	2 Brown de 66 . . .	550	conducteur aérien et trolley	16 automotrices .	1 de 15.	Batterie d'accumulateurs sur les 2 lignes.
z pauvre Crossley	100	2 Brown de 44 . . .	550	conducteur aérien et trolley	14 automotrices .	2 de 10.	Batterie d'accumulateurs de 108 A-h.
bine Rieter. . .	51	1 Thury de 45. . . .	500	conducteur aérien et trolley	1 locomotive. . . 2 automotrices. .	2 de 30.	Nombre de voyageurs transportés de juillet à septembre, 12600.
urbines de 160 iccard.	322	2 Thury de 160 . . .	550	conducteur aérien et trolley	10 automotrices de 30 places . . .	1 de 15.	Vitesse moyenne 12 km : heure.
apeur de 70 . .	140	2 Siemens de 65. . .	500	conducteur aérien, retour par rails. .	12 automotrices .	»	
	60	2 Thury de 30. . . .	1600	cond. aérien pour les 2 réceptrices actionnant le câble.	2 automotrices de 40 places . .	2 Thury de 18 . .	Voitures mises en action par câble télédynamique.
e hydraulique rimaire sur l'Aa. urbine Bell de 30.	30	1 Thury de 30. . . .	550	fil aérien avec frotteur	3 automotrices. . 3 remorquées . .	1 Thury de 11. .	Chaque train transporte 60 personnes. Vitesse 15 km : heure.
	40	2 Thury de 40. . .	»	cond. aérien pour les réceptrices actionnant les câbles. .	3 automotrices de 24 places . . .	3 Thury de 10. .	Chaque réceptrice actionne le câble du tronçon de ligne correspondant.

LIGNES EN CONSTRUCTION

Allemagne. — Barmen-Elberfeld. — Construit par l'U. E. G. Exploité par l'*Elektrische Strassenbahn Barmen-Elberfeld*. Ligne de 11 km. Voie double de 1,435 m. Rails Broca. 65 voitures automotrices à 1 électromoteur. 50 voitures remorquées. La puissance motrice est fournie par la station du chemin de fer de Barmen.

Bergen. — Construit par l'U. E. G. Exploité par la *Gesellschaft für Elektrische Unternehmungen*. Ligne de 5 km. Voie simple de 1 m. Rails Broca. Rampe max., 10 pour 100. 12 voitures automotrices à 2 électromoteurs.

Berlin. — Construit par l'U. E. G. Exploité par la *Grosse Berliner Pferde-Eisenbahn Actien Gesellschaft*. Ligne de 13,25 km. Voie double de 1,435 m. Rails Broca. 50 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 50 voitures remorquées.

Bromberg. — Construit et exploité par l'A. E. G. Ligne de 4,8 km. Voie de 1 m. Rails Phénix et Haarmann. Rampe max., 4 pour 100. 3 moteurs à vapeur de 120 kw. 2 dynamos A. E. G. 16 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 17 voitures remorquées.

Chemnitz. — Construit par l'A. E. G. Ligne de 8 km. Voie de 0,915 m. Rails Phénix. Rampe max., 3,3 pour 100. 1 moteur à vapeur de 120 kw. 2 dynamos A. E. G. 10 voitures automotrices à 2 électromoteurs.

Dantzig. — Construit par l'A. E. G. Ligne de 21 km. Voie de 1,44 m. Rails Phénix. Rampe max., 3,3 pour 100. 3 moteurs à vapeur de 150 kw. 6 dynamos A. E. G. 35 voitures automotrices à 2 électromoteurs.

Dresde. — Construit par l'U. E. G. Exploité par la *Dresdener Strassenbahn Gesellschaft*. Voie double de 1,445 m. 36 voitures automotrices à 1 électromoteur.

Eisenach. — Construit par l'A. E. G. Ligne de 3,8 km. Voie de 1 m. Rails Phénix. Rampe max., 5 pour 100. 5 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 4 voitures remorquées. La puissance est fournie par la station centrale. Potentiel de distribution, 500 v.

Elberfeld. — Construit par l'U. E. G. Exploité par la ville d'Elberfeld. Ligne de 4,25 km. Voie simple de 1 m. Rails Broca. Rampe max., 7 pour 100. Rayon min., 15 m. 12 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 2 voitures remorquées. 2 vap. de 110. 2 dynamos Th.-Houston. Fil aérien et trolley. Potentiel de distribution, 500 v.

Hambourg. — Construit par l'U. E. G. Exploité par la *Hamburger Strassen-Eisenbahn Gesellschaft*. Réseau de 70 km. Voie double de 1,435 m. Rails Broca. 50 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 50 voitures remorquées. Puissance électrique fournie par la station centrale municipale.

Kiel. — Construit par l'A. E. G. Ligne de 18,25 km. Voie de 1,10 m. Rails Bochum. Rampe max., 6,6 pour 100. 3 moteurs à vapeur de 150 kw. 6 dynamos A. E. G. 35 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 18 voitures remorquées. Potentiel de distribution, 500 v.

Leipzig. — I. Construit par l'A. E. G. Ligne de 44 km. Voie de 1,45 m. Rails Phénix. Rampe max., 2,8 pour 100. 3 moteurs à vapeur de 270 kw. 3 dynamos A. E. G. 70 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 50 voitures remorquées.

II. Construit par l'U. E. G. Exploité par la *Grosse Leipziger Strassenbahn*. Ligne de 20 km. Voie double de 1,45 m. Rails Broca. Rayon min., 15 m. 135 voitures automotrices à 1 électromoteur 75 voitures remorquées. 2 vap. de 500 kw et 2 vap. de 1000 kw. 4 dynamos Th.-Houston.

Nurenberg-Furth. — Construit par l'A. E. G. Ligne de 46,92 km. Voie de 1,435 m. Rails Haarmann. Rampe max de 5,5 pour 100. 4 moteurs à vapeur de 120 kw. 8 dynamos A. E. G. 25 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 41 à 1 électromoteur.

Stettin. — Construit par l'A. E. G. Ligne de 36 km. Voie de 1,435 m. Rails Hœrde. Rampe max., 7 pour 100. 3 moteurs à vapeur de 190 kw. 3 dynamos A. E. G. 58 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 40 voitures remorquées.

Stuttgard. — Construit par l'A. E. G. Ligne de 23,3 km. Voie de 1 m. Rails Haarmann et Hartwig. Rampe max., 5,8 pour 100. 36 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 21 voitures remorquées. La puissance est fournie par la station centrale. Potentiel de distribution, 500 v.

Angleterre. — Brighton-Rottingdean. — Construit par *The Brighton and Rottingdean-Seashore Railway C°*. Ligne de 4,8 km. Fil aérien et trolley.

Hartlepool. — Construit par *The Electric Construction C°*. Ligne de 4 km. Fil aérien et trolley.

Londres (City and Shepherd's Bush). — Construit par *The Central Railway London C°*. Ligne de 10 km.

Waterloo City. — Construit par *The South Western Railway C°*. Ligne de 2,5 km.

Autriche-Hongrie. — Aibling. — Construit par l'*Altien-Gesellschaft Elektricitatswerke*. Ligne de 12,3 km. Voie de 1,44 m. Rails Vignole. Rampe max., 1,8 pour 100. Turbine Franzis de 110 kw. 2 dynamos à 6 pôles. Potentiel de distribution, 400 v. 22 voitures automotrices, 14 remorquées.

Belgique. — Bruxelles. — Construit par l'U. E. G. Exploité par la *Société anonyme des tramways bruxellois*. Ligne de 7,9 km. Voie double de 1,435 m. Rails Broca. Rayon min., 30 m. 22 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 22 voitures remorquées. Conducteur souterrain.

Espagne. — Bilbao (Las Arenas y Algorta). — Construit par l'A. E. G. Exploité par la *Sociedad Colectiva J. J. Aman y Ca.* Ligne de 18 km. Voie de 1,365 m. Rails Demerbe et Phénix. Rampe max., 5 pour 100. 11 voitures automotrices à 1 électromoteur. 3 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 55 voitures remorquées. La puissance est fournie par l'usine de la ligne Bilbao-Santurce.

France. — Alger. — Construit par Thomson-Houston. Exploité par la *Société des omnibus et tramways en Algérie*. Ligne de 7,3 km. Voie simple de 1 m. Rails Broca de 36 kg. Rampe max., 6 pour 100. Rayon min., 18 m. 15 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 8 voitures remorquées. 3 vapeur de 110 kw. 3 dynamos Thomson-Houston. Potentiel de distribution, 550 v.

Angers. — Construit par la Compagnie de Fives-Lille. Exploité par la *Société des tramways électriques d'Angers*. Ligne de 28 km. Voie double de 1 m. Rails Marsillon. Rampe max., 6,5 pour 100. Rayon de courbure min., 20 m. 3 moteurs à vapeur de 190 kw. 3 dynamos, hypercompoundées à 10 pôles. Fil aérien et trolley. 30 voitures automotrices, 10 à 2 électromoteurs de 11 kw. 10 voitures remorquées. Potentiel de distribution, 550 v.

Bordeaux. — Pessac. — Construit par Thomson-Houston. Exploité par la *Compagnie des tramways de Bordeaux-Pessac*. Ligne de 5,5 km. Voie simple de 1 m. Rails Broca de 36 kg. Rampe max., 3 pour 100. Rayon min., 20 m. 9 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 4 voitures remorquées. 2 vapeur de 100 kw. 2 dynamos Thomson-Houston de 100 kw. Potentiel de distribution, 550 v.

PARIS. — ROMAINVILLE. — Ligne de 5 km. Distribution par contacts isolés système Claret-Vuilleumier. 3 vapeur Lecouteux et Garnier de 150 KW. 3 dynamos Hillairet. Voitures automotrices à 2 électromoteurs Hillairet. Potentiel de distribution, 550 v. Ligne souterraine retour par rails.

ROUBAIX-TOURCOING (extension extérieure). — Construit par la Compagnie française Thomson-Houston. Exploité par la *Compagnie nouvelle des tramways de Roubaix-Tourcoing*. Ligne de 12 km. Voie simple de 1 m. Rails Broca de 36 kg. (4 km forment le doublement d'une voie déjà en exploitation à simple voie).

ROUEN. — Construit par la Compagnie française Thomson-Houston. Exploité par la *Compagnie des tramways de Rouen*. Réseau de 40 km. Voie simple et double de 1,44 m. Rails Broca de 44 kg. Rampe max., 5 pour 100. Rayon min., 20 m. 55 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 3 vapeur de 300 KW. 3 dynamos Thomson-Houston. Potentiel de distribution, 550 v.

VERSAILLES. — Construit par la Compagnie française Thomson-Houston. Exploité par la *Société versaillaise de tramways électriques et de distribution d'énergie*. Ligne de 13,5 km. Voie simple et double de 1,44 m. Rails Broca de 36 kg. Rampe max., 3,5 pour 100. Rayon min., 18 m. 15 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 12 voitures remorquées. 2 vapeur de 200 KW. 2 dynamos Thomson-Houston. Potentiel de distribution, 550 v.

Irlande. — DUBLIN. — DALKEY. — Construit par la Compagnie des tramways de Dublin. Ligne de 13 km. Fil aérien et trolley.

Italie. — GÊNES. — I. Construit par l'A. E. G. Exploité par la *Società di Ferrovie Elettriche e Funicolari*. Longueur de la ligne de 9,8 km. Voie de 1 m. Rails Phénix. Rampe max., 8 pour 100. 18 voitures à 2 électromoteurs. La puissance est fournie par la station centrale. Potentiel de distribution, 500 v.

II. Construit par l'A. E. G. Exploité par la *Società dei Tramways Orientali*. Longueur de la ligne 14,5 km. Voie de 1 m. Rails Phénix. Rampe max., 5 pour 100. 25 voitures automotrices à 2 électromoteurs. 8 voitures remorquées. La puissance est fournie par la station centrale. Potentiel de distribution, 500 v.

III. DORIA-PRATO. — Construit par l'A. E. G. Exploité par la *Società di Ferrovie Elettriche e Funicolari*. Ligne de 5 km. Voie de 1 m. Rails Phénix. Rampe max., 2 pour 100. 8 voitures automotrices à 2 électromoteurs. La puissance est fournie par la station centrale. Potentiel de distribution, 500 v.

MILAN-VILLE. — Construit par Thomson-Houston. Exploité par la *Società generale Italiana di Elettricita Sistema Edison*. Réseau de 62 km. Voie simple et double de 1,44 m. Rails Phénix de 43 kg. 200 voitures automotrices à 1 électromoteur. 4 moteurs à vapeur de 500 KW. 4 dynamos Thomson-Houston. Potentiel de distribution, 550 v.

Russie. — NIJNI-NOVOGOROD. — Construit par les Ateliers de construction d'Oerlikon. Ligne de 3,5 km. Voie de 1 m. Rampe max., 4 pour 100. Rayon de courbure min., 25 m. Rails Phénix de 33,6 kg. 3 moteurs à vapeur Escher Wyss et Cie. Puissance motrice totale 330 KW. 3 dynamos de 100 KW. 15 voitures automotrices à 2 électromoteurs de 9 KW.

Suisse. — LAUSANNE. — Ligne de 7,8 km dont 1,45 km en voie double. Moteur à gaz Crossley de 100 KW. dynamos Thury. Voitures à 2 électromoteurs de 15 KW.

LIGNES EN PROJET

Allemagne. — DUISBOURG. — KARLSRUHE. — HALLE (extension). — BRESLAU (extension). — GŒRLITZ. — BRAUNSCHWEIG. — GLADBACH-RHEYDT-ODENKIRCHEN. — METZ.

Angleterre. — BIRMINGHAM. — BLACKPOOL. — BRAY. — COLWYN-BAY. — DERBY-ASHBOURNE. — DOUVRES. — DUBLIN. — HALIFAX. — KIDDERMINSTER. — STOURPORT. — LEEDS. — LIVERPOOL. — LONDRES. — NORTH-STAFFORDSHIRE. — PORTSMOUTH. — SHEFFIELD. — SWANSEA.

Belgique. — LIÈGE.

Espagne. — MADRID. — BARCELONE. — CADIX.

France. — PARIS. — BESANÇON. — LORIENT. — BORDEAUX (extension). — SÉRIGNAN. — PIERREFITE-LUZ. — LIMOGES. — ARCACHON. — LE CREUSOT. — CHERBOURG. — NANTES. — LE HAVRE (extension). — ROUBAIX (extension). — AVIGNON. — LYON (tout le réseau). — GÉRARDMER-RETOURNEMER. — CHARLEVILLE. — SEDAN. — MONTPELLIER.

Italie. — CAGLIARI. — GÊNES (extension).

Russie. — KIEW (extension).

Suisse — NYON. — SAINT-GALL. — LUCERNE (le Sonnenberg).

STATISTIQUE DES CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

EN SERVICE AU 1er JANVIER 1895

États.	Lignes en service. — Longueur totale des lignes en km.	Puissance totale en kw.	Nombre total de voitures automotrices.	Lignes en construction. — Longueur en km.
Allemagne	366,17	5 264	632	91,59
Angleterre	68,80	3 443	125	34,20
Autriche-Hongrie	44,90	1 639	129	3,75
Belgique	21,70	1 130	48	»
Bosnie	»	»	»	5,60
Espagne	14,00	210	12	»
France	96,26	3 610	152	46,00
Italie	18,85	870	33	22,80
Suède et Norvège	6,50	146	11	»
Portugal	»	»	»	12,80
Roumanie	5,43	140	15	»
Russie	10,00	510	32	»
Serbie	10,00	150	7	»
Suisse	37,40	1 008	40	2,74
Totaux	700,01	18 150	1236	212,48

États.	Nombre et nature des lignes en service — à conducteur aérien.	à conducteur souterrain.	à rail central.	à accumulateurs.	Total.
Allemagne	21	1	»	»	22
Angleterre	4	1	7	1	13
Autriche-Hongrie	3	1	»	»	4
Belgique	3	»	»	»	3
Espagne	1	»	»	»	1
France	7	»	1	3	11
Italie	4	»	»	»	4
Norvège	1	»	»	»	1
Roumanie	1	»	»	»	1
Russie	1	»	»	»	1
Serbie	1	»	»	»	1
Suisse	8	»	»	»	8
Totaux	55	3	8	4	70

Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

